

Petr Dvořák: Využití WMS a WFS v technologiích Skyline

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ
UNIVERZITA OSTRAVA
Hornicko-geologická fakulta
Institut geoinformatiky**

**VYUŽITÍ WMS A WFS ZDROJŮ V PROSTŘEDÍ PRODUKTŮ
SPOLEČNOSTI SKYLINE
diplomová práce**

Autor:
Vedoucí diplomové práce:

Petr Dvořák
Ing. Jan Růžička, Ph.D.

Ostrava 2009

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut geoinformatiky

Akademický rok 2008/2009

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Dvořák**

Studijní program: N3646 Geodézie a kartografie

Studijní obor: 3602T002 Geoinformatika

Téma: Využití WMS a WFS zdrojů v prostředí produktů společnosti Skyline
WMS and WFS sources for Skyline software

Zásady pro vypracování:

Úkoly:

- * Prostudujte problematiku WMS.
- * Prostudujte problematiku WFS a GML.
- * Navrhněte způsob využití WMS a WFS zdrojů v prostředí nástroje Terra Software od společnosti Skyline.
- * Posuďte za jakých okolností je vhodné využívat WMS zdroj a za jakých WFS zdroj.
- * Navrhněte optimalizaci využívání externích WMS a WFS zdrojů.
- * Navržené postupy ověřte v rámci pilotní aplikace.

Rozsah původní zprávy: 30 - 50 stran textu

Seznam doporučené odborné literatury:

- * Růžička J., Peňáz T., Horák J., Stankovič J. Publikování prostorových dat na internetu. Distanční text. VŠB-TU Ostrava, 2003, ISBN 80 – 248 - 0416 – 6
- * ISO. ISO 19128. Web map Service.
- * OGC. Simple features.
- * OGC. GML.
- * OGC. WFS.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Růžička, Ph.D.
Datum zadání: 31.10.2008
Datum odevzdání: 11.05.2009

PROHLÁŠENÍ

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl(a) jsem byl seznámen(a) s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 20. 4. 2006

Dvořák Petr
Jubilejní 88, Ostrava

ANOTACE:

Záměrem této práce je seznámit se s publikováním prostorových dat prostřednictvím webových služeb dle standardů OGC Web Map Service a Web Feature Service. Představit softvérovou platformu projektu 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje – Skyline Software. Představit datovou strukturu 3D modelu ortofotomapy Moravskoslezského kraje. Otestovat možnosti využití webových služeb v projektu 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje a technologii Skyline obecně. Z testování odvodit doporučení pro využití těchto standardů OGC v projektu 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje. Diplomová práce je členěna do pěti částí věnujících se webovým službám, technologiím Skyline, projektu 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje, testování webových služeb v pilotní aplikaci a stanovení doporučení pro užití v projektu.

ANOTATION:

The intention of this thesis is to get knowledge about web services for publishing spatial data. The OGC's standards of Web Map Service and Web Feature Service. Introduce the Skyline software products, the platform for 3D orthophoto map of Moravian-Silesian region as well as the these regional GIS project. Look into a potential of using web services in 3D model project and generally in Skyline software. Test it and use results of testing for making recommendation. The thesis is divided into five parts. OGS Web services introduction, Skyline technologies, description of project 3D model of orthophoto map of Moravian-Silesian Region, testing in pilot application and giving recommendation.

SEZNAM ZKRATEK

GIS	Geografický informační systém
GIT	Geoinformační technologie
3D	Třídídimenzionální = trojrozměrný
MSK	Moravskoslezský kraj
KÚ	Krajský úřad
VŠB	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
WMS	Web map service
WFS	Web feature service
OGC	Open geospatial consortium
CSW	Catalogue service for web
SOS	Sensor observation service
WCS	Web Coverage Service
WPS	Web processing service
WSC	Web service common
GML	Geography markup language
GRASS	Geographical Resources Analysis Support System
ISO	International organization for standartization
W3C	World wide web consortium
OASIS	Organization for Advancement of Structured Information Standards
HTTP	Hyper text transfer protocol
TCP/IP	Transmission control protocol / Internet protocol
SSL	Secure socket layer
CTL	Certificate trust list
FTP	File transfer protocol
GPS	Global positionig system
PHP	Hypertext Preprocessor
XML	Extensible markup language
GML	Geography Markup Language
ESRI	Enviromental systems research institute

Obsah

ÚVOD.....	7
1. Webové služby v GIS.....	8
1.1. Open Geospatial Consortium (OGC) – Otevřené společenství pro geoinformatiku.....	9
1.2. Web Map Service (WMS).....	10
1.2.1. GetCapabilities pro WMS	12
1.2.2. GetMap	13
1.2.3. GetFeatureInfo.....	15
1.3. Web Feature Service (WFS).....	16
1.3.1. GetCapabilities pro WFS.....	17
1.3.2. GetFeature.....	18
1.3.3 DescribeFeatureType.....	19
1.3.4. LockFeature.....	20
1.3.5. Transaction.....	20
1.4. Geography Markup Language (GML).....	21
1.4.1. Zápis prvků v GML.....	22
2. Skyline software system, Inc.....	24
2.1. Rodina produktů Skyline.....	24
2.1.1. SkylineGlobeEnterprise.....	24
2.1.2. TerraBuilder.....	24
2.1.3. TerraGate.....	25
2.1.4. StramingFeatureServer.....	26
2.1.5. TerraExplorer	26
2.1.6. TerraExplorerPro verze 5.1.1	27
3. Projekt 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje.....	31
3.1. Technické parametry projektu.....	31
3.2. Současné datové toky v 3D modelu	32
3.3. Příležitost pro využití WMS či WFS.....	34
4. Testování WMS a WFS v pilotní aplikaci.....	36
4.1. Očekávané výsledky.....	37
4.2. WMS ve Skyline.....	37
4.2.1. Veřejné WMS ve Skyline.....	41
4.3. WFS ve Skyline.....	42
5. Doporučení pro využití webových služeb v pilotní aplikaci.....	45
5.1. Doporučení pro použití WMS.....	45
5.2. Doporučení pro WFS.....	46
ZÁVĚR.....	48
SEZNAM LITERATURY.....	49
SEZNAM TABULEK.....	49
PŘÍLOHY.....	50

ÚVOD

Cílem této diplomové práce je v jedné z oblastí geoinformačních technologií představit teorii a otestovat ji pro praxi. Stále rostoucí počet uživatelů internetu urychluje vývoj webových technologií a rozšiřuje možnosti jejich použití. Širokou aplikační oblastí se stává na tomto poli také geoinformatika. Jednou z lokálních a poměrně mladých aplikací je projekt 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje. Tento unikátní geografický systém je nabízen uživatelům právě z prostředí internetu. Spojením webových platform a geoinformatiky se zabývají také standardy vydávané organizací Open Geospatial Consortium. Asi nejrozšířenější z nich jsou specifikace WMS a WFS. Tato oblast mě vždy zajímala, ale zůstávala trošku stranou zájmu studijních osnov. Naopak administrace zmíněného 3D modelu je mojí obživou a diplomová práce je vhodnou platformou, na které lze tyto oblasti propojit. Orientace tématu je zaměřena na použití WMS a WFS v technologiích Skyline, primárně pak ve 3D modelu ortofotomapy MSK. Při rešeršní činnosti této problematiky jsem zjistil, že ani dodavatel softvéru pro Českou republiku, společnost Geometra Opava, testování předmětných standardů v technologiích Skyline dosud neprováděla a nemá s nimi zkušenosti. Je zřejmé, že zpracováním tohoto tématu vydávám na cestu poznání nejen pro sebe, ale výsledky mohou pomoci také dalším uživatelům platformy Skyline. Samotná práce je rozdělena do pěti kapitol. V první je obsažena teoretická báze znalostí o specifikacích WMS a WFS. Druhá je představením softvérového vybavení Skyline. Ve třetí kapitole se čtenář seznámí s projektem 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje. Čtvrtá kapitola je shrnutím praktické části, testování webových služeb s využitím softvérového produktu TerraExplorerPro a v páté kapitole jsou na základě tohoto testování stanovena doporučení pro využití WMS a WFS v technologiích Skyline. Diplomová práce si klade dva hlavní cíle. Obeznámit autora a problematiky neznalého čtenáře se specifikacemi OGC Web Maps Service a Web Feature Service. A všem stávajícím či potenciálním uživatelům produktu Skyline TerraExplorerPro podat zprávu o praktické využitelnosti těchto standardů.

1. Webové služby v GIS

Tímto souhrnným názvem lze označit šíření prostorových dat prostřednictvím internetového rozhraní. Hlavním smyslem je široké využití dat, jejich sdílení velkým počtem uživatelů, zabránění jejich redundance. Schématicky viděno jde o data uložená na vzdáleném úložišti, se kterými uživatel v různé míře interaktivy pracuje prostřednictvím síťové komunikace. Webové služby v geoinformatice jsou jednou z oblastí zájmu OGC (Open Geospatial Consortium). Otevřené společenství pro geoinformatiku je volným sdružením institucí a organizací. OGC je více představeno v kapitole níže. V současnosti OGC vydalo na 28 standardů, z nichž plná čtvrtina je zaměřena na webové služby orientující se na prostorová data. Jsou to tyto standardy:

- CSW – Catalogue Service for Web – standard sloužící pro publikaci a předávání doplňujících informací o prostorových datech, službách a přidružených zdrojích, jde tedy o pravidla tvorby a distribuce metakatalogů.
- SOS – Sensor Observation Service - unifikuje komunikaci v oblasti sensorů poskytujících data v reálném čase prostřednictvím webového rozhraní. Definuje rozhraní a protokoly pro síťovou komunikaci při přístupu aplikací a jiných služeb k takovým sensorům.
- WCS – Web Coverage Service – standard pro webovou službu pracující s překryvy (coverage). Těmi jsou většinou družicové snímky nebo podobné složité rastry. Jejím specifickým spočívá v poskytování nekomprimovaných dat v jejich plné (například spektrální) rozmanitosti.
- WPS – Web Processing Service – standard výrazně rozšiřující možnosti webových služeb nad prostorovými daty. Snižuje hardvérové nároky na straně klienta a rozšiřuje skupinu potenciálních prostorových analytiků. Hlavním posláním této specifikace je zajišťovat komunikaci mezi klientem a serverem provádějícím libovolné algoritmy, analýzy nebo modelování, jejichž společným jmenovatelem je využití prostorových dat. Standard řeší jak samotnou komunikaci na úrovni serverové a klientské aplikace, tak i metadatovou stránku procesů, díky níž se stávají jednotlivé „procesingové“ služby srozumitelné a především vyhledatelné i pro člověka.
- WSC – Web Service Common – standard zastřešující jednotlivé dílčí služby (především ale WFS, WMS a WCS) některými společnými pravidly. Za obsáhlý výčet mohu uvést, že se jedná například o specifikaci struktury dotazů a odpovědí.
- WMS – Web Map Services – služba zaměřující se na poskytování dat v podobě rastrových

mapových kompozic.

- WFS – Web Feature Services – specifikace stanovuje pravidla pro sdílení kompletních datových sad ve vektorové podobě.

Standardy WMS a WFS jsou hlavními teoretickými rámci diplomové práce, proto jsou jejich popisu věnovány samostatné kapitoly. Zvláštní kapitola je věnována také specifikaci jazyka GML, která sice není webovou službou sama o sobě, ale bez jejíž znalosti by bylo představení WFS neúplné. Podrobné informace o uvedených specifikacích, jakož i veškeré další standardy jsou zdarma k dispozici na stránkách OGC – <http://www.opengeospatial.org/>.

1.1. Open Geospatial Consortium (OGC) – Otevřené společenství pro geoinformatiku

OGC je mezinárodní oborové uskupení. Historie vzniku této organizace sahá až do konce osmdesátých let dvacátého století. Tehdy se v důsledku uvolnění do té doby pouze pro vojenské účely vyvíjeného projektu GRASS začínají kolem tohoto informačního systému tvořit první komunity snažící se o společný rozvoj oboru geoinformačních technologií. Za oficiální datum vzniku konsorcia však lze pokládat rok 1994, kdy bylo v USA jako sdružení 20 členů založeno. V současnosti pokrývá svou členskou základnou 5 kontinentů a počet registrovaných stoupl na 383. Společným cílem konsorcia je sjednocení stávajících a vývoj a implementace nových standardů a pravidel v oblasti geoinformatiky. Úsilí členů z řad soukromých společností, vládních i ostatních veřejných institucí a univerzit směřuje ke „geofikaci“ (z angl. orig. - „geo-enable“) webových, bezdrátových i jiných informačních technologií. Za tímto termínem je ukryto rozšíření geoinformačních technologií nejen do příbuzných oborů geovědy a informatiky, ale především jeho využití v činnostech každodenního života široké části populace. Hlavní z předpokladů dosažení tohoto smělého cíle je používání jednotných pravidel pro podobné skupiny aplikací geoinformatiky. Konsorcium je sice organizací samozvanou, nikoliv však samoučelnou. Je potěšující a správné, že je v úzké vazbě s certifikační komisí ISO pro geoinformatiku (ISO/TC 211 Geographic Information/Geomatics). Oborovými kapacitami z akademické, soukromé i státní sféry ověřené, používané a vydané normy jsou postupně suplovány sadou standardů ISO 19100. Kromě této spolupráce s největším světovým standardizačním tělesem je OGC ve spojení také s některými partnery v oblasti standardizace informačních technologií (např. W3C či OASIS). Otevřenost OGC spočívá jak v možnosti zapojení dalších členů do struktury společenství, tak ve

smyslu poskytování svých standardů bezplatně. Samotná organizace ústy svých členů definovala smyslem svého působení naplňování pěti základních cílů:

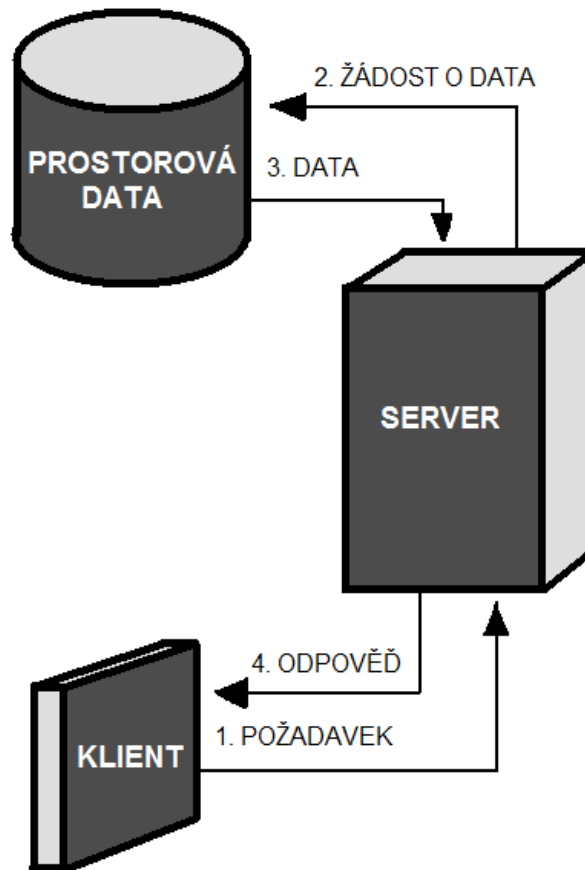
- poskytovat zdarma standardy, jejichž užívání bude přinášet měřitelný profit svým uživatelům.
- být hnací silou při implementaci a zasazovat se o používání těchto publikovaných standardů, čehož důsledkem bude široké využívání prostorových informací v mnoha procesech a odvětvích podnikové činnosti i soukromého života.
- podporovat přebírání a integraci otevřených a pro geoinformace použitelných architektur z jiných odvětví.
- trvale udržovat a vylepšovat stávající standardy k uspokojení požadavků dynamicky se rozvíjejícího trhu (nejen) geoinformačních technologií kladoucího stále vyšší nároky.
- skrze členy konsorcia sledovat a urychlit začlenění standardů do praktického používání.

Je trošku škoda, že se mezi členy konsorcia nenachází také Vysoká škola báňská. Členství v otevřeném společenství však není zdarma. Hierarchie uvnitř organizace nabízí několik úrovní statutu člena. Stejně strukturován je také sazebník členských poplatků. Například pro univerzity, ale stejně tak i pro soukromé subjekty na nejnižší úrovni organizační struktury, činí poplatek 500 amerických dolarů za rok. Veškeré další informace fungování a činnosti sdružení, členskou základnu či podmínky přistoupení naleznete na oficiálních webových stránkách OGC, zmíněných již výše. Rozbor standardů WMS a WFS bude zaměřen více na klientskou část komunikace.

1.2. Web Map Service (WMS)

Webové mapové služby zní český překlad názvu standardu OGC (Open Geospatial Consortium). V dnešní době je stále výrazně rozšířenější než specifikace WFS. Historie tohoto standardu se začíná s novým miléníem (verze 1.0.0 publikována dne 19.5.2000). Od té doby prošla specifikace dalšími úpravami a vydány byly verze další. Přestože dnes zatím poslední je 1.3.0, zaměřil jsem svou pozornost na verzi 1.1.0 ze dne 16. 1. 2002. Důvod je prostý, poslední verze je zatím ve světě GIS spíše okrajově používanou a také technologie Skyline pracuje s verzí 1.1.0. WMS technologie obecně umožňují zobrazovat uživatelům vzdáleně uložená prostorová data různých formátů užívaných v geoinformatice. Přenos a zobrazení na straně klienta je v podobě georeferencovaných rastrových souborů (např. TIFF, JPEG, PNG). V těchto formátech mohou být

zobrazovány jak jednotlivé vrstvy, tak i celé mapové kompozice. Výstupy jsou georeferencovány. Schéma architektury WMS je znázorněno na obrázku č. 1.



Obr. 1: Schéma fungování WMS, zdroj: Petr Dvořák

WMS je typickým příkladem služby architektury klient – server. Na jedné straně komunikace stojí mapový server. Jeho možnosti mohou být různé dle používaného serverového GIS softvéru. Měl by však zvládat všechny náležitosti pro provoz specifikace WMS. Tedy zpracovávat dotazy klientů, přistupovat k datům uloženým v lokálních úložištích, vytvářet z nich mapové kompozice s požadovanou symbologií a odesílat tyto kompozice zpět klientům. Na druhé straně WMS stojí klient ovládaný uživatelem. Může jím být stolní počítač, notebook, GPS zařízení či jiné technické zázemí schopné komunikace s WMS serverem. Rozlišujeme 3 typy klientů: tenký, střední, silný. Hranice mezi jednotlivými typy nejsou striktně definovány. V obvyklém výkladu je charakteristika klientů následující. Tenký klient je pouze webový prohlížeč zobrazující mapový

výřez. Středním pak webový prohlížeč rozšířený pomocí Java apletu, Active X prvku nebo jiné webové aplikace o další funkce pro práci s mapovým polem (zoom, pan, zapínání, vypínání vrstev, apod.). Tlustým klientem je desktopová aplikace s dalšími funkcemi pro práci s mapou.

Komunikace mezi klientem a serverem funguje na základě dotazů a odpovědí, v anglické terminologii request a response. Tato komunikace je předmětem standardu OGC WMS a je alfou a omegou fungování webové mapové služby. Klient vytvoří požadavek a ten je protokolem HTTP předán WMS serveru. Požadavek může být předán serveru dvěma metodami.

Metodou GET jsou parametry odeslány v podobě URL. Jsou tedy přímo součástí adresy, což s sebou nese výhody i nevýhody. Mezi výhody, ale dle situace i slabiny, můžeme zařadit možnost zachytávání takových požadavků. Problém může způsobit také složitější URL dotaz, protože hranice spolehlivého fungování URL končí na 2083 znacích.

Druhou variantou je metoda POST. Dotaz je touto metodou na server poslán v těle dokumentu a není tím pádem viditelný v URL. To je výhodou jednak pro složitější požadavky, ale také jsou-li přístupy na server chráněny hesly. Problémem může být například pro řešení kešování.

Volba vhodné metody je však záležitostí klienta a uživatel ji nemusí obvykle řešit. Server dotaz vyhodnotí, sestaví odpověď a tu v požadovaném formátu odešle zpět klientovi. Pravidla tvorby dotazů jsou analogická pro obě metody, budu se věnovat popisu metody GET.

Každý dotaz zasílaný na mapový server musí obsahovat adresu mapového serveru, za níž následuje otazník coby zahájení samotného dotazu a dále parametry dotazu oddělené značkou amprasant (&). Povinné parametry dotazu jsou typ služby (SERVICE=typ služby, v tomto případě WMS), verze služby (VERSION=verze služby, např. 1.1.0) a následuje typ dotazu (REQUEST=typ dotazu). WMS zná tři typy dotazů. GetCapabilities, GetMap a GetFeatureInfo.

1.2.1. GetCapabilities pro WMS

Tento dotaz zjišťuje možnosti publikované WMS služby. Identifikuje ji po stránce funkční i obsahové. Jde v podstatě o dotaz na metadata služby. Většinou předchází dotaz GetMap. Také tento dotaz má určitá pravidla pro použití parametrů. Znázorňuje je tabulka č. 1.

Tabulka č. 1 – Parametry požadavku GetCapabilities pro WMS

Parametr	Povinný	Popis parametru
SERVICE=WMS	A	typ služby
VERSION=1.1.0	A	verze služby
REQUEST=GetCapabilities	A	typ dotazu
UPDATESEQUENCE=string	N	číslo nebo řetězec určující interval aktualizace

Příklad dotazu GetCapabilities:

<http://gis.kr-vysocina.cz/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.0&SERVICENAME=metropolitky&REQUEST=GetCapabilities>

Odpověď je odesílána klientovi v jazyce XML. Poskytuje informace jednak souhrnné o celé službě jako jsou identifikační údaje správce služby, klíčová slova, počet vrstev, jejich názvy, dostupné rastrové formáty a předdefinované styly symbologie nebo URL adresy pro požadavky GetMap a GetFeature. A také informace k jednotlivým vrstvám, např. informace o dostupných souřadnicových systémech, hraničních hodnotách polohy výřezu apod. Odpověď na výše položený dotaz GetCapabilities je uveden v [příloze č.1](#).

1.2.2. GetMap

Základní dotaz zpřístupňující obrázek (mapu). URL musí v tomto případě obsahovat parametr REQUEST=GetMap, za nímž následují další parametry zpřesňující požadavek. Přehled těchto parametrů dává tabulka č. 2.

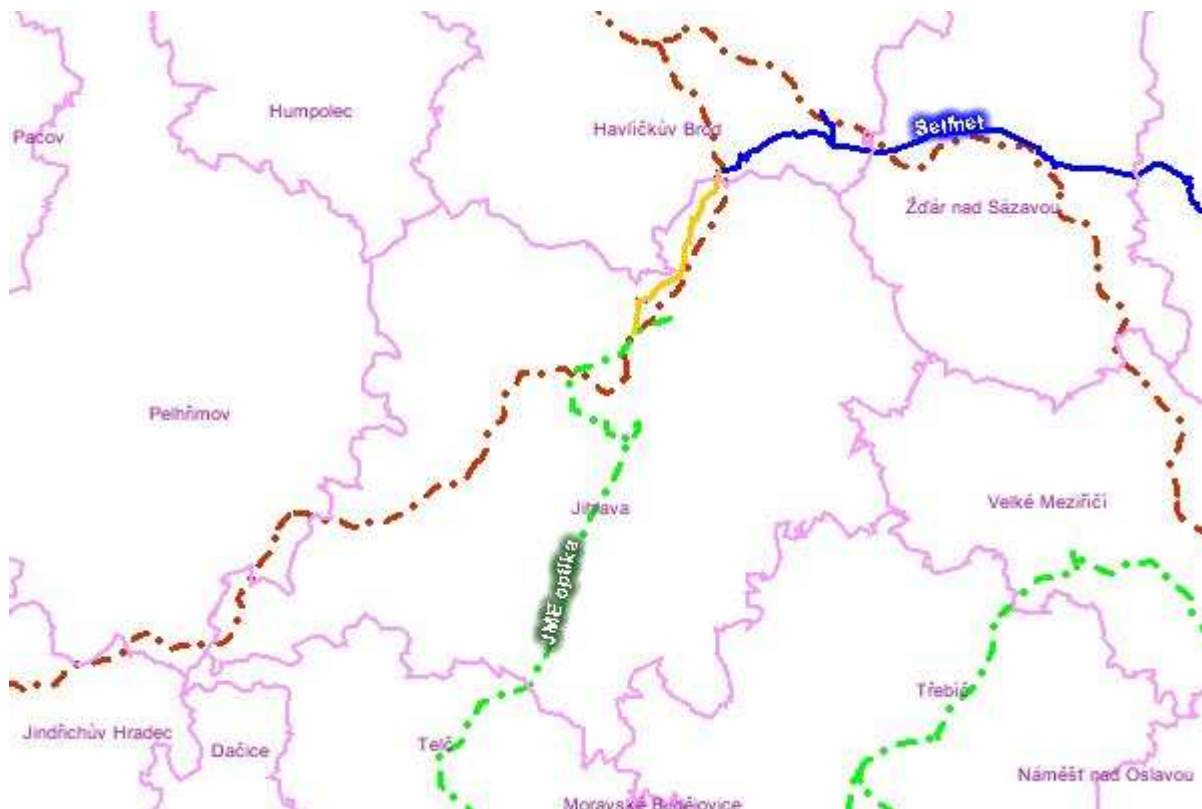
Příklad takového dotazu odesílaného na server může být:

http://gis.kr-vysocina.cz/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.0&REQUEST=GetMap&LAYERS=cdoptika,selfnet,jme_optika,optika,orp_hr&STYLES=&SRS=EPSG:102067&BBOX=-695950,-1155297,-642650,-1105304&WIDTH=600&HEIGHT=400&FORMAT=image/jpeg&SERVICENAME=metropolitky

Tento dotaz vrátí mapový výřez v podobě rastrového obrázku splňujícího požadované parametry. Bude složený z vrstev *cdoptika*, *selfnet*, *jme optika*, *optika a orp*, styl není specifikován, bude tedy odpovídat nastavenému na straně serveru jako původní (default), v souřadnicovém systému SJTSK (*EPSG:102067*), poloha obdélníkového výřezu je definována souřadnicemi bodů *-695950,-1155297* a *-642650,-1105304*, v rozlišení *600 x 400* pixelů, formátu *jpeg* a na závěr dotazu je uvedeno jméno služby *metropolitky*. Výstup je znázorněn na obrázku č. 2.

Tabulka č. 2 – Parametry požadavku GetMap

Parametr	Povinný	Popis parametru
SERVICE=WMS	A	typ služby
VERSION=1.1.0	A	verze služby
REQUEST=GetMap	A	typ dotazu
LAYERS=seznam vrstev	A	seznam vrstev oddělených čárkou, pozn. pokud WMS umožňuje posílání parametrů SLD není tento atribut povinný
STYLES=seznam stylů	A	seznam stylů pro každou vrstvu oddělených čárkou, pozn. pokud WMS umožňuje posílání parametrů SLD není tento atribut povinný
SRS=pojmenovani:identifikator	A	souřadnicový systém
BBOX=minx,miny,maxx,maxy	A	souřadnice levého dolního a pravého horního rohu obdélníku ohraňujícího mapový výřez v jednotkách souřadnicového systému
WIDTH=číslo	A	šířka výstupního rastru v pixelech
HEIGHT=číslo	A	výška výstupního rastru v pixelech
FORMAT=výstupní formát	A	datový typ výstupního rastru
TRANSPARENT=true/false	N	průhlednost pozadí mapového výstupu pozn. pokud není zadána, bere se hodnota false
BGCOLOR=hodnota barvy	N	hodnota barvy pozadí v šestnáctkovém RGB zápisu pozn. pokud není zadána, bere se hodnota 0xFFFFFF
EXCEPTIONS=formát hlášení	N	formát ve kterém bude server vracet chybová hlášení pozn. není-li zadán, je nastaveno XML
TIME=čas	N	časové určení požadované vrstvy
ELEVATION=hodnota	N	hodnota parametru výška požadované vrstvy
tyto parametry je možno použít pouze u WMS služeb podporujících SLD specifikaci		
SLD=URL	N	adresa předdefinovaného stylu symbologie vráceného výřezu pozn. vychází ze specifikace OGC SLD
WFS=URL	N	adresa WFS služby poskytující prvky zobrazované prostřednictvím SLD specifikace



Obr. 2: Odpověď služby WMS na dotaz GetMap, zdroj: Petr Dvořák

1.2.3. GetFeatureInfo

Dotaz je reakcí klienta na vůli uživatele dozvědět se atributové informace o určité části (prvku uvnitř) rastrového obrazu v získaném mapovém výřezu. Stejně jako u předchozích typů dotazů, také zde existují určité povinné a nepovinné parametry pro přesnou specifikaci požadavku klienta. Jsou shrnuty v tabulce č. 3.

Příklad dotazu GetFeatureInfo:

<http://gis.kr-vysocina.cz/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap?>

[SERVICE=WMS&VERSION=1.1.0&REQUEST=GetFeatureInfo&SRS=EPSG:102067&BBOX=-695950,-1155297,-642650,-1105304&WIDTH=600&HEIGHT=400&SERVICENAME=metropolitky&QUERY_LAYERS=orp_hr&X=150&Y=145](http://gis.kr-vysocina.cz/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.0&REQUEST=GetFeatureInfo&SRS=EPSG:102067&BBOX=-695950,-1155297,-642650,-1105304&WIDTH=600&HEIGHT=400&SERVICENAME=metropolitky&QUERY_LAYERS=orp_hr&X=150&Y=145)

Tabulka č. 3 – Parametry požadavku GetFeatureInfo

Parametr	Povinný	Popis parametru
SERVICE=WMS	A	typ služby
VERSION=1.1.0	A	verze služby
REQUEST=GetFeatureInfo	A	typ dotazu
<map_request_copy>	A	část dotazu GetMap, ze kterého je vybírán dotazovaný prvek, viz. příklad dotazu
QUERY_LAYERS=seznam	A	dotazované vrstvy oddělené čárkou
INFO_FORMAT=formát	N	výstupní formát získaných informací o prvku
FEATURE_COUNT=číslo	N	počet dotazovaných prvků pozn. pokud není, bere se hodnota 1
X=číslo	A	sloupec ve kterém se nachází dotazovaný pixel (levý horní roh = 0)
Y=číslo	A	řádek ve kterém se nachází dotazovaný pixel (levý horní roh = 0)
EXCEPTIONS=formát hlášení	N	formát chybových hlášení pozn. pokud není zadán, použije XML

Dotaz obsahuje všechny povinné parametry: typ požadavku, část dotazu GetMap, určující mapový výřez, ze kterého je vybrán prvek, dále vrstvy (v tomto případě jen jedna), na jejichž prvek se dotazujeme, a souřadnice prvku uvnitř rastru. Odpovědi jsou veškeré dostupné atributové informace o prvku nacházejícím se v místě se zadanou souřadnicí, tedy většinou tam, kde uživatel klikl myší. Protože nebyl v tomto dotazu zvolen formát odpovědi, bude odeslána v XML a vypadá takto:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<FeatureInfoResponse>
<FIELDS KODRO3="05967" NAZEV="Jihlava" NAZEVHTML="Jihlava" NAZRO3="Jihlava"
NUTS3="CZ061" OB01="83006" OB91="82506" OBEC3_0501="Jihlava" POCET_OBCI="79"
_ID_="63" _LAYERID_="orp_hr" _SHAPE_="[Geometry]" />
</FeatureInfoResponse>
```

1.3. Web Feature Service (WFS)

Standard WFS vyšel ve své první plné verzi 1.0.0 17. května 2002. Přestože ho již v roce 2005 následovala verze 1.1.0, ze stejných důvodů jako u WMS se budu věnovat verzi starší. Účel a podstata tohoto standardu korespondují se specifikací WMS. Také se jedná o klient - server architekturu služby, účelem je také sdílení dat a jejich široké využití. V čem se však obě specifikace výrazně odlišují je formát předávaných dat klientovi. Zatímco klienti WMS získávají data pouze upravená do výstupních rastrů, klienti WFS získávají kompletní negeneralizované datové sady ve vektorové podobě. Samozřejmě také georeferencované. Výrazně tím roste

využitelnost dat, která neslouží k „pouhé“ vizualizaci a tvorbě mapových výstupů, ale mohou být na straně klienta použita mnohem šířeji. K dalším editacím, analýzám a jiným operacím s prostorovými daty. Je nasnadě, že využití těchto vlastností klade nepoměrně větší nároky na funkcionalitu klienta. Proto můžeme říci, že se jedná prakticky výhradně o klienty tlusté, tedy desktopové aplikace. Určitě je také pravdou, že uživatelé WMS, vědomí i nevědomí, jsou zástupci široké počítačově gramotné veřejnosti, zatímco práce s WFS vyžaduje určité znalosti GIT.

Principy fungování WFS jsou obdobné jako u WMS, proto můžete za základní schéma tohoto fungování vzít obrázek č. 1. Také zde uživatel prostřednictvím klienta odesílá požadavky (request) a od serveru získává odpovědi (response). Komunikace probíhá opět na webovém rozhraní prostřednictvím protokolu HTTP. Požadavky jsou odesílány metodami GET nebo POST. U WFS je základním požadavkem GetFeature (odpovídá GetMap) a u něj analogie k WMS končí. Protože odpovědi jsou zasílány jako celé vektorové sady dat, nemůže být použit rastrový formát a pro komunikaci slouží speciální dialekt jazyka XML, definovaný také jedním ze standardů OGC, tzv. GML (Geography Markup Language). Blíže o této specifikaci hovoří hned následující kapitola. Odpověď je však až reakcí na požadavek a proto před seznámením s GML vysvětlím nejprve pravidla tvorby požadavků ze strany klienta. Stejně jako u WMS se při použití metody GET požadavek ve formě URL skládá z adresy serveru, na kterém daná mapová služba běží. Následuje otazník, aby zahájení samotného dotazu a dále parametry dotazu oddělené značkou ampersant (&). Společné povinné parametry jsou tyto. Liší se samozřejmě parametr typ služby (*SERVICE=typ služby je v tomto případě WFS*) a opět je potřeba uvést verzi služby (*VERSION=verze služby, např. 1.0.0*) a následuje typ dotazu (*REQUEST=typ dotazu*).

Také nabídka dotazů pro WFS čítá 3 typy a je prakticky ekvivalentní k dotazům z WMS. Jsou to GetCapabilities, GetFeature a DescribeFeatureType. OGC však specifikuje také rozšířenou variantu WFS Transactional (transakční), která ještě výrazně rozšiřuje interoperabilitu služby tím, že umožňuje zasahovat do publikovaných datových sad ze strany klienta. Ve verzi 1.0.0 se jedná pouze o mazání prvků. V tomto případě jsou základní typy příkazů rozšířeny ještě o příkazy LockFeature a Transaction. Přestože technologie Skyline s formátem služby WFS Transactional neumí pracovat, představím v následujících řádcích také tuto vymoženost WFS.

1.3.1. GetCapabilities pro WFS

Obdoba stejného dotazu u WMS. Slouží k získání metadat o webové službě. Odpovědí je XML dokument popisující možnosti služby. Dostupné datové vrstvy, informace o souřadnicových systémech, omezeních na straně serveru, funkcích služby apod. Struktura dotazu je jednoduchá a

parametry jsou zobrazeny v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4 – Parametry požadavku GetCapabilities pro WFS

Parametr	Povinný	Popis parametru
SERVICE=WMS	A	typ služby
VERSION=1.1.0	A	verze služby
REQUEST=GetCapabilities	A	typ dotazu
UPDATESEQUENCE=string	N	číslo nebo řetězec určující interval aktualizace

Příkladem dotazu GetCapabilities může být tento:

<http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?>

[map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&VERSION=1.0.0&SERVICE=wfs&REQUEST=GetCapabilities](http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&VERSION=1.0.0&SERVICE=wfs&REQUEST=GetCapabilities)

Odpověď v podobě XML je uvedena v příloze č. 2.

1.3.2. GetFeature

Základní dotaz služby WFS slouží pro získání datových vrstev (features). Může být jednoduchý a požádat server o celou datovou sadu bez jakýchkoliv dalších parametrů, ale umožňuje také specifikaci mnohem podrobnějších požadavků na zaslanou odpověď. WFS umožňuje také spojení dvou dotazů do jednoho GetFeatureWithLock, který zajistí zamknutí získané vrstvy pro případ potřeby následné editace. Parametry obou dotazů jsou shodné a uvedeny v tabulce č. 5.

Příklad jednoduchého dotazu GetFeature je níže a odeslaná odpověď v jazyce GML ze strany serveru v příloze č. 3. Příklad:

<http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?>

[map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&VERSION=1.0.0&SERVICE=wfs&REQUEST=getfeature&TYPENAME=cyklotrasy](http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&VERSION=1.0.0&SERVICE=wfs&REQUEST=getfeature&TYPENAME=cyklotrasy)

Tabulka č. 5 – Parametry požadavku GetFeature

Parametr	Povinný	Popis parametru
SERVICE=WFS	A	typ služby
VERSION=1.0.0	A	verze služby
REQUEST=GetFeature	A	typ dotazu
TYPENAME=název vrstvy	A / N	název požadované vrstvy nebo vrstev, pokud je zadán FEATUREID není povinný
FEATUREID= číslo	N	seznam ID vrstev, které jsou požadovány, oddělený čárkou
MAXFEATURES=celé číslo	N	maximální počet prvků předaných v jedné odpovědi
FILTER=výběrové kritérium	N	pravidla pro filtrování jsou předmětem další ze specifikací OGC Filter Encoding Specification
FEATUREVERSION	N	verze vrstvy, tento parametr je využitelný pouze u vrstev podporujících více verzí
BBOX=souřadnice	N	omezuje vrácené vrstvy prostorově, čtyři čárkou oddělené čísla značící min X, min Y, max X, max Y souřadnic ve formátu SRS
PROPERTYNAME=seznam	N	seznam atributových vlastností, které musí splňovat vrácené vrstvy

1.3.3 DescribeFeatureType

Tento dotaz slouží pro získání popisu požadované vrstvy. Odpověď předá informace o jednotlivých attributech vrstvy a jejich datových typech. Také pro sestavení požadavku DescribeFeatureType platí určitá pravidla shrnutá v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6 – Parametry požadavku DescribeFeatureType

Parametr	Povinný	Popis parametru
SERVICE=WFS	A	typ služby
VERSION=1.0.0	A	verze služby
REQUEST=DescribeFeatureType	A	typ dotazu
OUTPUTFORMAT= formát	N	pokud není zadán, je odpovědí XMLschéma, pokud zadáme jiný typ, musí na to být WFS připravena zápisem v Capabilities služby
TYPENAME=název vrstvy	N	dotazované vrstvy oddělené čárkou, pokud není zadán, vypíše všechny vrstvy ve službě

Příklad dotazu DescribeFeatureType může vypadat např. takto:

<http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?>

[map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&VERSION=1.0.0&SERVICE=wfs&REQUEST=describefeaturetype&TYPENAME=cyklotrasy,zajmbody](http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&VERSION=1.0.0&SERVICE=wfs&REQUEST=describefeaturetype&TYPENAME=cyklotrasy,zajmbody)

Odpovědí je, v případě, že nebyl zadán formát jinak, XML soubor v příloze č. 4.

1.3.4. LockFeature

Tento příkaz spadá do kategorie transakční WFS a jeho důsledkem je zamknutí požadované vrstvy. Parametry dotazu jsou shrnuty v tabulce č. 7.

Tabulka č. 7 – Parametry požadavku LockFeature

Parametr	Povinný	Popis parametru
SERVICE=WFS	A	typ služby
VERSION=1.0.0	A	verze služby
REQUEST=LockFeature	A	typ dotazu
TYPENAME=název vrstvy	A / N	název požadované vrstvy nebo vrstev, pokud je zadán FEATUREID není povinný
FEATUREID= číslo	N	seznam ID vrstev, které jsou požadovány, oddělený čárkou
EXPIRY=číslo	N	počet minut po které má být vrstva uzamčena
LOCKACTION=all / some	N	určuje způsob zamknutí, all - všechny prvky, jinak skončí chybou, some - všechny možné prvky
BBOX=souřadnice	N	omezuje vrácené vrstvy prostorově, čtyři čárkou oddělené čísla značící min X, min Y, max X, max Y souřadnic ve formátu SRS
FILTER=výběrové kritérium	N	pravidla pro filtrování jsou předmětem další ze specifikací OGC Filter Encoding Specification

1.3.5. Transaction

Příkaz sloužící pro úpravu dat na straně serveru prováděnou ze strany klienta. Ve verzi 1.0.0, jak již bylo zmíněno, umožňuje pouze mazání dat. Přehled parametrů je znázorněn v tabulce č. 8.

Tabulka č. 8 – Parametry požadavku Transaction

Parametr	Povinný	Popis parametru
SERVICE=WFS	A	typ služby
VERSION=1.0.0	A	verze služby
REQUEST=Transaction	A	typ dotazu
OPERATION=DELETE	A	druh operace, ve verzi 1.0.0 pouze DELETE
TYPENAME=název vrstvy	A / N	název požadované vrstvy nebo vrstev, pokud je zadán FEATUREID není povinný
FEATUREID= číslo	N	seznam ID vrstev, které jsou požadovány, oddělený čárkou
RELEASEACTION=all / some	N	působnost editací, all - všechny zamknuté prvky budou přepsány, some – pouze změněné prvky budou přepsány
BBOX=souřadnice	N	omezuje vrácené vrstvy prostorově, čtyři čárkou oddělené čísla značící min X, min Y, max X, max Y souřadnic ve formátu SRS
FILTER=výběrové kritérium	N	pravidla pro filtrování jsou předmětem další ze specifikací OGC Filter Encoding Specification

1.4. Geography Markup Language (GML)

Geografický značkovací jazyk je dialektem XML a je dalším ze standardů OGC. Byl navržen jako modelovací jazyk GIS a jako výměnný formát pro přenos prostorových dat ve vektorové podobě. Mimo jiné služby jej za tímto účelem používá také WFS. Proto je na tomto místě pro úplné pochopení fungování WFS nezbytné seznámit se s tímto značkovacím jazykem.

Na jeho vývoji začal pracovat na konci roku 1998 Ron Lake. Následně svůj nápad představil na setkání OGC a po dvou letech byla na světě první oficiální verze tohoto standardu. Verze 2.0, která je používána ve WFS 1.0.0 a které se budu věnovat, je z roku 2001. Jedná se o značkovací jazyk a proto je jeho syntaxe odpovídající XML. Specifický je zaměřením na prostorové informace a od toho se odvíjí jeho sémantika. Soustředí se na popis prostorových vlastností prvků. Za základní lze uvést:

- popis prvků
- geometrii prvků
- topologii prvků
- čas
- dynamiku prvků
- určení směru prvků
- měrné jednotky
- symbologii prvků
- a další.

Představit všechny aspekty jazyka by vydalo na samostatnou práci, a proto se zaměřím na tu jeho část, která je z mého pohledu pro publikaci statických vrstev prostřednictvím WFS zásadní. Na několika příkladech vysvětlím základy popisu prvků a jejich geometrie.

Základní geometrické prvky GML jsou:

- bod (point)
- linie (linestring)
- polygon (polygon)

Dalšími jsou:

- uzavřená linie (linearring)
- obdélník (box)
- sada bodů (multipoint)

- sada linií (multiline)
- sada polygonů (multipolygon)
- složená geometrie (multigeometry)

1.4.1. Zápis prvků v GML

Zápis prvků je řešen pomocí jednotlivých XML schémat. Ta udávají jeho typ a souřadnicový systém, případně může být zahrnut základní atribut ID a souřadnicemi určí jeho polohu. Takto zapsaný prvek nebo sada prvků je snadno přenositelný beze ztráty přesnosti polohové složky či nutnosti generalizace. Příjemce musí být vybaven k dekodování takového zápisu zpět do grafické podoby, či k převodu do různých formátů pro uchovávání prostorových dat. Příklady zápisu prostorové složky základních prvků si můžete prohlédnout níže.

Bod

```
<Point gid="P1" srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
  <coord><X>56.1</X><Y>0.45</Y></coord>
</Point>
```

Linie se třemi lomovými body

```
<LineString srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
  <coord><X>0.0</X><Y>0.0</Y></coord>
  <coord><X>20.0</X><Y>35.0</Y></coord>
  <coord><X>100.0</X><Y>100.0</Y></coord>
</LineString>
```

Polygon (se dvěma plochami, které polygonu nenáleží uvnitř)

```
<Polygon gid="_98217" srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
  <outerBoundaryIs>
    <LinearRing>
      <coordinates>0.0,0.0    100.0,0.0    100.0,100.0    0.0,100.0
0.0,0.0</coordinates>
    </LinearRing>
  </outerBoundaryIs>
  <innerBoundaryIs>
    <LinearRing>
      <coordinates>10.0,10.0    10.0,40.0    40.0,40.0    40.0,10.0
10.0,10.0</coordinates>
```

```
</LinearRing>
</innerBoundaryIs>
<innerBoundaryIs>
  <LinearRing>
    <coordinates>60.0,60.0    60.0,90.0    90.0,90.0    90.0,60.0
60.0,60.0</coordinates>
  </LinearRing>
</innerBoundaryIs>
</Polygon>
```

V praxi bývá tato čistá geometrická složka u každého prvku doplněna o atributy a celá vrstva je zapsána jako jeden XML dokument v dialektu GML, jako sada prvků (Feature Collection). Příklad sady prvků cyklotrasy si můžete prohlédnout v příloze č. 3.

2. Skyline software system, Inc

Společnost Skyline sídlí v USA ve městě Chantilly ve státě Virginia. Jedná se o mladou společnost založenou v roce 1997, jejíž specializací je 3D modelování, vizualizace a přidružená podpora této oblasti. Hlavním kreditem, který prezentuje Skyline svým zákazníkům, je řešení 3D vizualizací pomocí svých nástrojů od A až do Z. Tedy komplexnost a robustnost celé platformy. Osobní zkušenosti mám pouze s editačním nástrojem TerraExplorerPro a u něj mohu říci, že ne všechno je zcela dokonalé. Podrobnější popis tohoto produktu naleznete v jedné z následujících kapitol. Geografické údaje prezentované v trojrozměrném terénu posouvají jejich vypovídající schopnosti do nových rozměrů. Aplikační využití 3D vizualizací je obecně široké a nalézá uplatnění v oborech civilních i vojenských. Od plánování v urbanismu či dopravě přes analýzy využívající možnosti digitálních modelů terénu až k efektním prezentacím komerčních aktivit nebo potenciálu v cestovním ruchu. To je případ 3D modelu ortofotomapy Moravskoslezského kraje. Skyline software systems nabízí řadu nástrojů pro realizaci těchto cílů. Společnost spolupracuje také se silnými partnery z oboru IT i GIT jako jsou Oracle, Intel, Intergraph či GeoData Technologies. Přínosem této spolupráce je mimo jiné začlenitelnost technologií Skyline do stávajících informačních struktur zákazníků a větší či menší kompatibilita s jinými GIS nástroji. Zmiňovaný komplexní balíček nástrojů sestává z produktů SkylineGlobeEnterprise, TerraBuilder, TerraExplorer a serverové technologie TerraGate a StreamingFeatureServer. Představení těchto produktů je předmětem následujících kapitol.

2.1. Rodina produktů Skyline

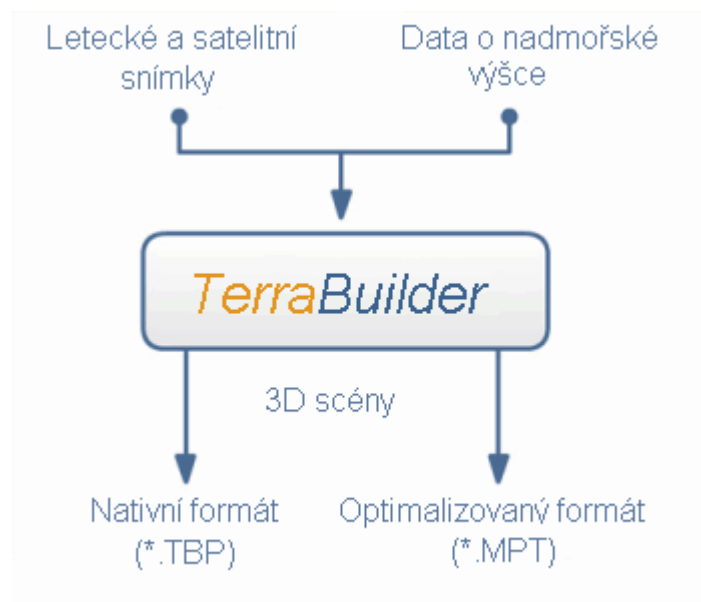
2.1.1. SkylineGlobeEnterprise

Je souhrnná nabídka všech níže popsaných nástrojů. Jedná se tedy o produkt marketingový, nikoli softvérový.

2.1.2. TerraBuilder

TerraBuilder umožňuje uživatelům vytvářet velmi realistické a geograficky přesné 3D modely zemského povrchu. Je nástrojem pro jejich tvorbu, editaci a údržbu. Zpracovává dohromady výšková a obrazová data v jejich nativních formátech a tvoří z nich texturované modely terénu. Kombinací jakéhokoliv počtu leteckých či satelitních snímků, geografických informací o terénu a digitálních dat popisujících nadmořskou výšku umožňuje rychlou konstrukci rozsáhlých 3D scén. Prostředí TerraBuilder umožňuje import dat různých formátů, použití různých měřítek snímků a

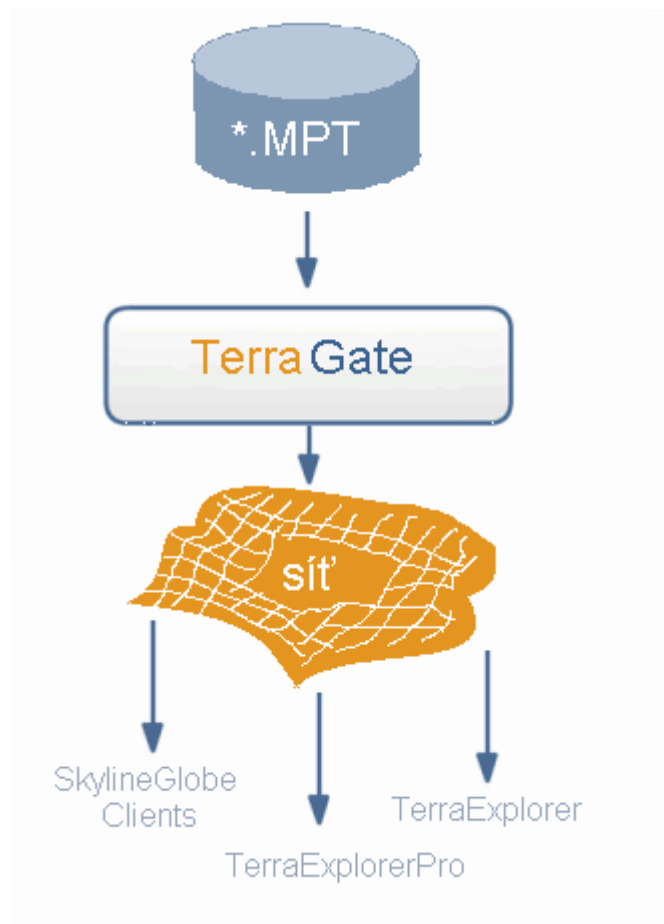
geografických informací a následné sjednocení a reprojekci do jednoho ze standardně používaných referenčních systémů. TerraBuilder také nabízí sadu nástrojů pro úpravu obrazu (vyvážení barev apod.) a prostorové operace (výběry oblastí, výřezy apod.). Hotová 3D scéna může obsahovat také 2D či 3D objekty. Jednoduché schématické znázornění práce TerraBuilderu ukazuje obrázek č. 3.



Obr. 3: Schéma fungování TerraBuilder, zdroj: Petr Dvořák

2.1.3. TerraGate

Tato serverová technologie slouží pro streamování 3D scény do síťového prostředí, především internetu. Umožňuje současně uspokojovat tisíce klientských stanic. Při součinnosti s nástrojem TerraBuilder a extenzí TerraGate serveru DirectConnect je možno také generovat a poskytovat 3D scénu z obrazových a výškových dat uložených v databázi na požadavek klienta. Používá TCP/IP protokol a SSL (Secure Socket Layer) protokol. Umožňuje také využití zabezpečeného uživatelského přístupu prostřednictvím technologie CTL (Certificate Trust List). Schéma na obrázku č. 4 ukazuje princip fungování TerraGate serveru.



Obr. 4: Schéma fungování TerraGate, zdroj: Petr Dvořák

2.1.4. StramingFeatureServer

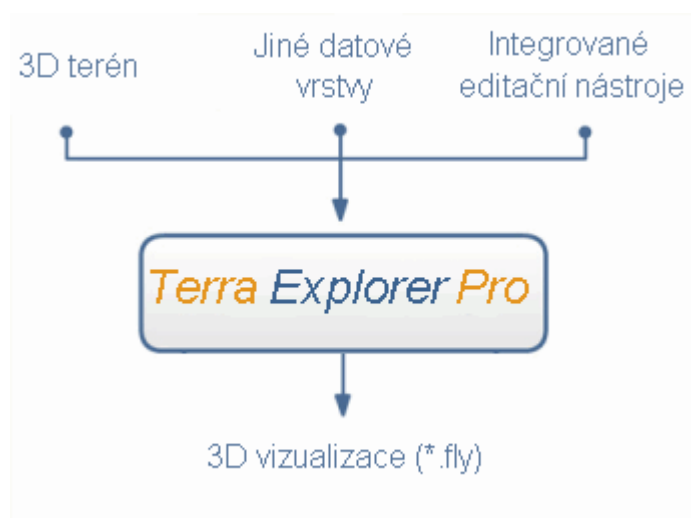
Je serverová technologie vyvinutá jako podpora TerraGate serveru na poli geografických a tematických vrstev různých formátů. Jeho posláním je optimalizované streamování větších objemů dat do uživatelských *.fly projektů. Pracuje s na míru šitou metodou kešování a umožňuje streamovat data z prostorových databází Oracle nebo ArcSDE, stejně tak jako vektorová data v shapefilech.

2.1.5. TerraExplorer

Prohlížeč, který zpřístupňuje interaktivní digitální svět 3D vizualizací širokému spektru uživatelů. Jedná se o silného klienta v klient – server architektuře. Kromě prohlížení digitálních 3D světů nabízí svým uživatelům také jednoduché nástroje pro měření vzdáleností a převýšení či vytváření snímků zobrazené části 3D prostoru. Jako jediný ze zmiňovaných nástrojů je prohlížeč TerraExplorer dostupný zdarma.

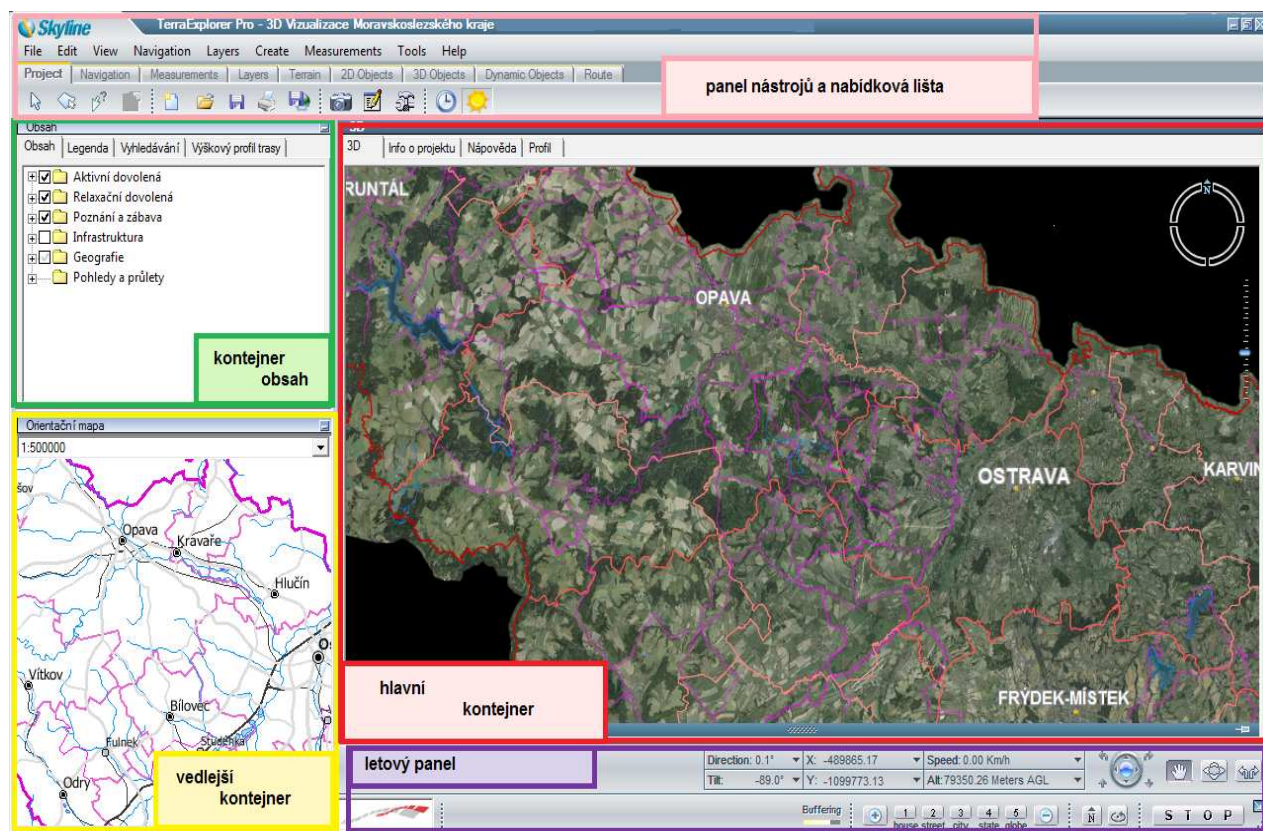
2.1.6. TerraExplorerPro verze 5.1.1

Jedná se o výrazně rozšířenou podobu prohlížečky. Disponuje širokou paletou nástrojů, které umožňují kompletaci 3D vizualizací do ucelených projektů. Mimo to jsou schopny editovat a vytvářet vlastní sady vektorových prvků. Zvládají měření délek a převýšení, další z nástrojů nabízí jednoduchou analýzu viditelnosti. Důležitá je však tvorba uživatelských projektů a s ní možnosti přidávání dat z externích zdrojů a nastavení symbologie pro vizualizovaná data. Externími zdroji dat mohou být také webové služby WMS a WFS. Jednoduché schéma fungování nástroje je na obrázku č. 5.



Obr. 5: Schéma fungování TerraExplorerPro, zdroj: Petr Dvořák

Prostředí softvéru je uživatelsky příjemné a intuitivně ovladatelné. Grafické rozhraní aplikace si můžete prohlédnout na obrázku č. 6. Plocha rozhraní by se dala rozčlenit do pěti částí. Panel nástrojů a nabídková lišta, kontejner obsahu, vedlejší kontejner, „letový“ panel a hlavní kontejner.



Obr. 6: Prostředí nástroje TerraExplorerPro, zdroj: Petr Dvořák

Panel nástrojů a nabídková lišta

Soustřeďuje veškeré ovládání softvéru. Práci na úrovni nakládání s celým souborem, editaci prvků, nastavení zobrazení aplikace, ovládání kamery ve 3D vizualizaci, přidávání vrstev, přidávání 2D a 3D objektů, nástroje měření a analýzy, doplňkové nástroje pro nastavení parametrů projektu a samozřejmě přehlednou nápovědu.

Kontejner obsahu

Zobrazuje přidávaný obsah. Tím můžou být geografické a tematické vrstvy, 2D či 3D objekty, multimedia, předdefinované průlety a pohledy, nebo celé obsahy jiných, již hotových projektů.

Vedlejší kontejner

Zobrazuje například pomocnou mapu nebo průběhy a výsledky měření, analýz, připojování GPS trackingových souborů, apod.

Letový panel

Zobrazuje údaje týkající se pohybu kamery ve 3D scéně jako je rychlost, výška letu nebo souřadnice zadaného bodu uvnitř 3D scény.

Hlavní kontejner

Zobrazuje samotnou 3D scénu včetně všech přidáných vrstev. V dalších záložkách může sloužit pro zobrazení doprovodných informací, případně jako klasický webový prohlížeč načítající stránky z odkazů ukrytých za přidávanými objekty.

Práce při vytváření projektu začíná otevřením 3D scény z lokálního úložiště nebo z TerraGate serveru. Následně je možno postupovat několika způsoby adekvátními požadovanému cíli. Ten většinou spočívá v přidání dalších geografických či tematických vrstev, 3D i 2D objektů nebo multimédií do 3D scény, případně tvorbě vlastních dat integrovanými editačními nástroji. Přidání nových datových vrstev do projektu lze dosáhnout pomocí grafických ikon panelu, pomocí správné volby v horní nabídkové liště nástrojů a také použitím kontextového menu po stisknutí pravého tlačítka myši v kontejneru obsahu. Nabídka podporovaných formátů je poměrně široká u vrstev i objektů.

V případě datových sad je možné připojit vektorové formáty *.shp *.kmz, rastrová data *.img, *.jpeg, *.tiff, *.bmp, *.gif, anebo vrstvy upravené pro streamování *.tif. Připojovat datové vrstvy je také možno ze síťového prostředí. Předurčen je k tomuto účelu StreamingFeatureServer, ale také klasické webové zdroje za použití protokolů WMS a WFS. Vyzkoušet v praxi StreamingFeatureServer jsem dosud neměl příležitost a práce s protokoly OGC je praktickou částí tohoto dokumentu. V dalším z kroků tvorby projektu řešíme nastavení vizuálních vlastností vrstev. Softvér Terra nabízí poměrně širokou paletu zobrazovacích možností. Umožňuje klasické hrátky s barvami, vzory a tloušťkami linií, výplněmi ploch včetně průhlednosti či nahrávání ikon pro bodové objekty (integrovaná nabídka je dosti chabá). Uživatel si může dle potřeby nastavit také měřítko a viditelnosti jednotlivých symbologií vzhledem k výšce kamery, případně připojit k objektům popisky nebo je opatřit odkazy na další informace do prostředí internetu. Variabilita vizualizace je široká, ale například ve srovnání s produktem ArcView společnosti ESRI stále pokulhává. Osobně postrádám možnost posunu liniových vrstev, která by byla velkou pomocí pro budoucí zobrazení turistických tras v projektu 3D modelu ortofotomapy MSK, ale našly by se i další. Jsou-li v projektu navedeny a správně symboly opatřeny všechny bodové, liniové a polygonové vrstvy, přichází čas pro 3D objekty. 3D objekty je možno nahrát ve formátech *.xpc, *.xpl, *.x, *.flt. Je možno připojit již georeferencované objekty nebo umístit objekty ručně. Také v tomto případě je možno měnit měřítko, objekty otáčet či opatřovat popisy, texturami a odkazy. Další možností je vytvoření vlastních, vesměs jednoduchých 3D objektů. Takto vytvořené stavby

je možno texturovat z nabídky připravených vzorů nebo vlastními texturami. Další editační možnosti spočívají v již nadnesené tvorbě 2D objektů. Body, linie a polygony je možno kreslit přímo nad 3D scénou. Takto vytvořené objekty a geometrické prvky jsou pak uloženy přímo v projektu, čímž jej činí datově objemnějším. Doporučuji proto použít externí zdroje. TerraExplorerPro nabízí dále možnost předdefinovat průlety nad zájmovými oblastmi 3D scény, případně nastavit pohledy na místa či objekty. Zajímavou vlastností je možnost generovat z průletů filmové soubory, což činí TerraExplorerPro také zdrojem atraktivních propagačních videí. Obsahuje-li 3D vizualizace vše, co bylo přáním administrátora, je možno ještě nastavit některé parametry platící obecně pro celý projekt. Jak vizualizační, např. viditelnost (hranice mlžného oparu), průhlednost terénu, zobrazení severky a dalších směrových a měřítkových údajů, anebo technické, např. maximální rychlost letu kamery, minimální verze použitelné prohlížečky, spouštěcí skript pro nastavení polohy kamery, zobrazení uvítací zprávy z externího zdroje a další. Je-li i po této stránce vše nastaveno, zbývá projekt zbuildovat, tedy vytvořit soubor *.fly použitelný pro internetovou publikaci. Operace buildování spočívá v automatickém přepsání absolutních odkazů na soubory a vrstvy na patřičnou internetovou adresu a vytvoření speciálních souborů pro streamování 3D objektů. Všechna použitá i vytvořená data a zdrojový *.fly soubor pak zbývá umístit na webový server a projekt je připraven pro publikaci do prostředí internetu. Fungování následného prohlížení 3D scény uživatelem bude popsáno v kapitole Datové toky ve 3D modelu ortofotomapy MSK.

3. Projekt 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje

Projekt 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje je svým rozsahem a zaměřením zcela unikátní geografický informační systém ve středoevropském regionu. Vytvořen byl primárně pro podporu cestovního ruchu. Model se stal vizuálně zdařilým nástrojem prezentace turistických možností našeho kraje. Jeho ambicí je být geoinformační aplikací využívanou nejen občany kraje, ale celé České republiky, potažmo, po spuštění jazykových mutací v anglickém a německém jazyce, i zahraničními turisty. Pořízen byl v rámci projektu financovaného ze 75% ze strukturálních fondů Evropské unie, 25% nákladů bylo pokryto z rozpočtu Moravskoslezského kraje. Tomuto původu vděčí za svůj vznik, ale také za svá omezení. Přestože oblast užití pro díla tohoto typu je velmi široká, evropská dotace byla přiřknuta právě za účelem rozvoje infrastruktury v cestovním ruchu a v souladu s tímto jsou mantinely pro další rozvoj třírozměrné ortofotomapy striktně nastaveny. Přestože již nyní jsem zaznamenal zájem ze strany obcí i soukromých subjektů o využití 3D vizualizace pro neziskové či ryze komerční aktivity, po dobu 5 let (do roku 2013) bude projekt využíván výhradně pro marketing cestovního ruchu realizovaný Krajským úřadem Moravskoslezského kraje. Létání krajem v prostředí prohlížečky TerraExplorer a přehledně uspořádané turistické informace snad pomohou přilákat nejen nové návštěvníky do regionu, ale poskytnou také zdejším obyvatelům nový pohled na Moravskoslezský kraj. Webová stránka věnovaná 3D modelu MSK se nachází na adrese <http://3d.kr-moravskoslezsky.cz>.

3.1. Technické parametry projektu

Po technické stránce je 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje, věrný svému názvu, postaven na digitálním modelu terénu a ortofotomapě. Jedná se o podrobný digitální model terénu, s mřížkou tvořenou sítí bodů s velikostí buňky 10 x 10 metrů. Ten je potažen bezešvou ortofotomapou pořízenou v roce 2006 v prostorovém rozlišení 20 centimetrů na pixel (touto je pokryta naprostá většina území Moravskoslezského kraje), resp. v roce 2007 s prostorovým rozlišením 10 centimetrů na pixel (tato pokrývá území historických center měst Příbor, Štramberk a Nový Jičín). 3D model je georeferencován souřadnicovým systémem S-JTSK.

Jeho tvorba byla řešena dodavatelským způsobem. Na základě zakázky Moravskoslezského kraje jej vytvořily společnosti GEODIS Brno, spol. s r. o. a GEOMETRA Opava, spol. s r. o. Realizován byl v prostředí společnosti Skyline software. Uživatelé i tvůrci 3D modelu pracují s několika softvérovými produkty popsány výše.

Proces vzniku 3D modelu MSK probíhal z hotových obrazových a výškových dat primárně v

prostředí TerraBuilder. Hotový *.mpt soubor se 3D scénou byl umístěn na technologii TerraGate server. Ta byla implementována do informační infrastruktury Krajského úřadu MSK a odtud je scéna streamována do uživatelských projektů. 3D model MSK však není pouze touto krásnou vizualizací kraje, ale má ambici stát se také informačně bohatým nástrojem pro podporu cestovního ruchu. Z tohoto důvodu byly vytvořeny na oblast cestovního ruchu zaměřené uživatelské projekty v prostředí TerraExplorerPro, jichž jsem skromným tvůrcem a administrátorem. Tematický obsah tak činí v současné době 12 geografických a 34 tematických vrstev, ve velké většině shapefilů (cyklotrasy jsou použity v pro streamování upraveném formátu *.tlf). Obsah projektu tvoří dále 3D modely architektonicky či jinak významných staveb v regionu. Tyto 3D modely jsou pořízeny v různé kvalitě a daly by se rozdělit na netexturované – 36 objektů a texturované – 23 objektů. Tato data jsou stejně jako samotný uživatelský *.fly projekt umístěna na webovém serveru MSK, odkud jsou přístupná veřejnosti.

Vektorová data jsou tvořena a udržována mimo prostředí Skyline software v produktu společnosti ESRI ArcViewGIS. Kromě prostorových složek obsahují atributy, které je identifikují a také databázi odkazů poskytujících o prvcích informace na webu. 3D modely jsou až na jednu výjimku, dílo mého kolegy Vojtěcha Roupý (Slezskoostravský hrad), dodány Geometrou Opava jako hotové soubory. Hotová data jsou přidávána do uživatelských projektů (viz. kapitola TerraExplorerPro). Po technické stránce tedy zajišťuje chod 3D modelu MSK webový server, TerraGate, TerraExplorerPro, ArcViewGIS 9.1 a některé další nástroje pro přístupy na FTP servery, případně tvorbu webových stránek.

3.2. Současné datové toky v 3D modelu

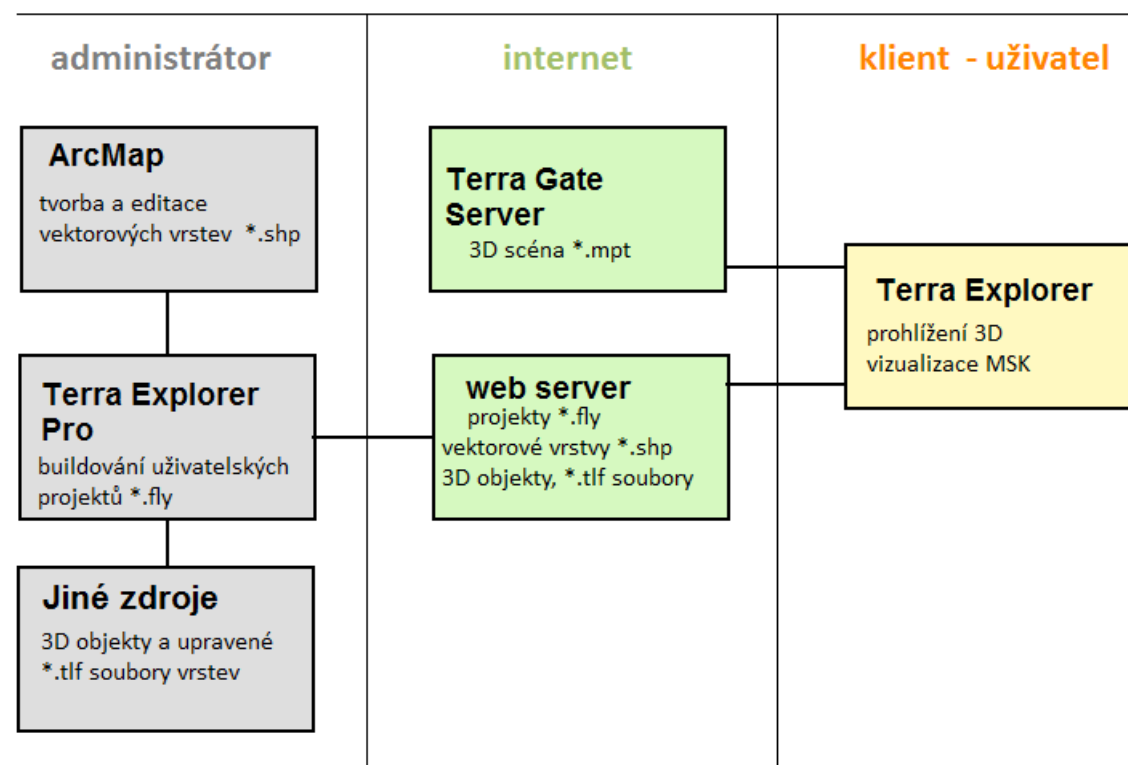
Co obnáší projekt 3D model ortofotomapy MSK po datové stránce již bylo zmíněno v předchozí kapitole. Pro upřesnění představ o datových objemech ještě pár informací. Používaná 3D scéna Moravskoslezského kraje ve formátu .mpt optimalizovaném pro streamování zabírá cca 180 GB diskového prostoru. Každý uživatelský projekt je otázkou zhruba 700kB a data do projektů streamovaná zabírají cca 220MB. Z tohoto velkého objemu zabírají však plných 215MB 3D objekty a pouze zbývajících 5MB připadá na všechny vektorové vrstvy. Protože je objem 220MB streamovaných dat velmi náročný pro internetovou konektivitu pod 2Mb/s, je pro uživatele připravena také odlehčená verze projektu bez 3D objektů. Mezi další datové objemy přímo spadající do projektu 3D modelu lze zařadit několik webových stránek hostovaných přímo na serveru krajského úřadu, na které je ze 3D modelu odkazováno. Jedná se však o zanedbatelné objemy v řádech prvních jednotek MB, které je navíc možno započítat teprve po spuštění

takového odkazu uživatelem. Jak funguje prohlížení 3D modelu uživatelem z pohledu toku dat znázorňuje schéma na obrázku č. 7, navíc doplněné níže uvedeným komentářem.

Rozhodne-li se uživatel vstoupit do 3D modelu, musí splňovat požadavek nainstalované prohlížečky TerraExplorer, která je také ke stažení na stránkách MSK. Další postup je následující:

- uživatel otevřením odkazu požaduje na webovém serveru *.fly soubor a získává ho.
- *.fly soubor v závislosti na internetovém prohlížeči sám, nebo s přispěním uživatele spustí prohlížečku TerraExplorer (klient).
- *.fly soubor nese kromě dat implementovaných v sobě informace, kde jsou uložena další data potřebná pro správné zobrazení projektu.
- klient posílá dotaz na TerraGate server a ten začíná streamovat 3D scénu klientovi v potřebném rozsahu a podrobnosti, nikoliv celou.
- klient zároveň dotazuje web server na další prostorová data a začíná stahovat vektorová data a 3D objekty. 3D objekty a *.tlf soubory pouze v potřebném rozsahu a dále jsou streamována dle požadavků klienta (resp. uživatele), *.shp soubory se stahují rovnou celé.

Datové toky ve 3D modelu MSK - současný stav



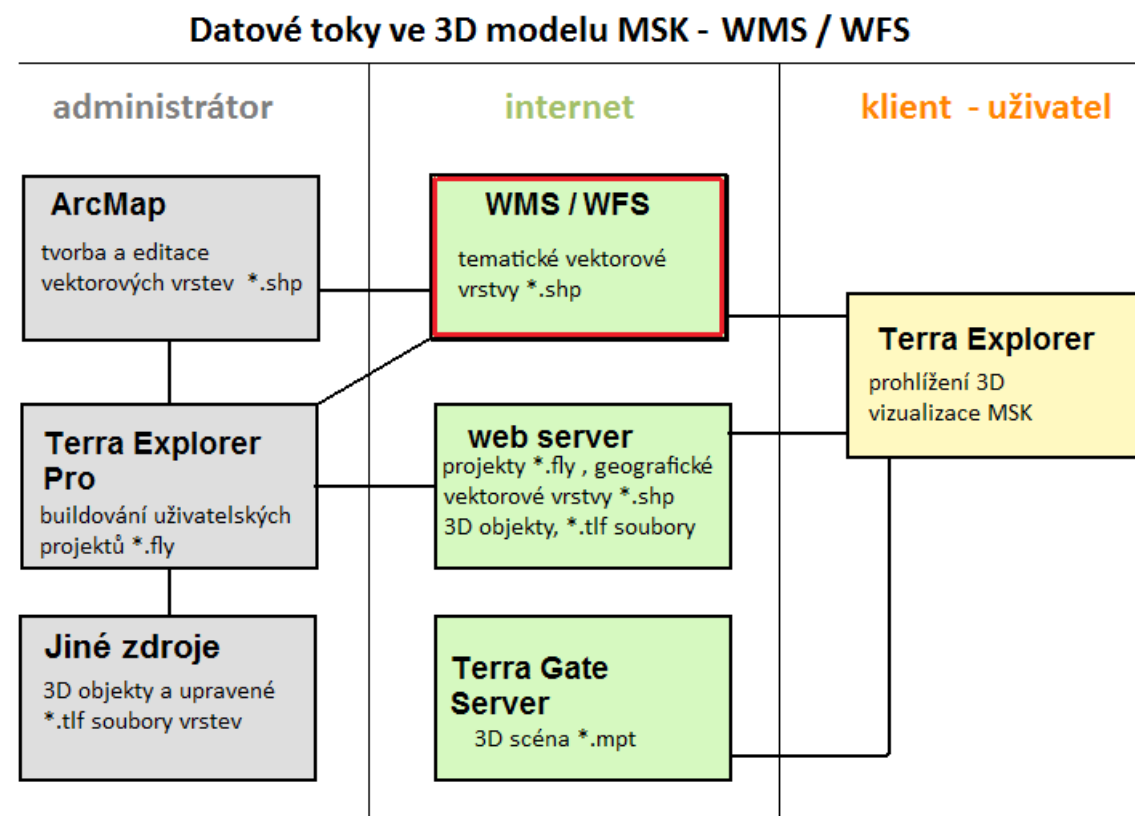
Obr.7: Schéma datových toků v projektu 3D model ortofotomapy MSK – zdroj: Petr Dvořák

Tato situace je vysoce funkční, nikoliv však optimální. Zejména z pohledu aktualizace dat. Při velkém množství objektů a doplňujících informací se snadno může přihodit, že je administrátor upozorněn uživatelem na drobnou nepřesnost či chybu. Ať v poloze nebo jinou, kterou je nutno opravit. Stejným úskalím je mládí projektu 3D model ortofotomapy MSK a nutnost jeho stálého rozvoje především po stránce informační náplně. Potřeba aktualizovat data je tedy častá a generace *.fly souborů je složitá a časové poměrně náročná. Současný stav si přesto žádá, kvůli každé drobné aktualizaci uvnitř vektorových vrstev vytvářet nový uživatelský projekt. Nebo aktualizovat v delších časových intervalech více změn najednou, což je současná praxe. Proto mě napadlo otestovat možnosti webových standardů OGC, jejichž správné fungování by situaci značně usnadnilo. O mé představě využití těchto služeb mluví následující kapitola.

3.3. Příležitost pro využití WMS či WFS

Pro odstranění výše zmíněných nedostatků současného postupu aktualizace se nabízí využití webových služeb dle standardů OGC. Při publikaci tematických vrstev, které podléhají aktualizaci, prostřednictvím jednoho ze standardů OGC by mohlo dojít k dosažení kýženého stavu. Tedy, že při aktualizaci *.shp vrstvy se dostanou aktuální data k uživateli 3D modelu bez potřeby generovat nový uživatelský projekt *.fly. Schématické znázornění takové situace je následující (viz. obr. 8) a celý postup je níže komentován také slovně.

Aktualizovaná prostorová data budou publikována formou některé z webových služeb. Při tvorbě *.fly souborů v editačním prostředí pak budou připojeny tyto vrstvy prostřednictvím WMS nebo WFS. Další postup tvorby *.fly zůstane nezměněn. Vygenerovaný *.fly a data 3D objektů a vrstev nepodléhajících časté aktualizaci (geografické vrstvy) pak budou nahrána na webový server. Při prohlížení 3D scény MSK uživatelem se pak bude klient dotazovat nejen webového serveru a TerraGate serveru, ale i serveru nabízejícího WMS resp. WFS služby. Tímto by měl být problém aktualizace vyřešen. Stačilo by totiž aktualizovat vektorové vrstvy v prostředí ArcGIS a aktualizovat webovou službu a tím i 3D model MSK. Protože jsem se však s platformou Skyline setkal poprvé a dokonce ani dodavatel softvéru Geometra Opava nemá zkušenosti s využitím těchto webových standardů v technologii Skyline, nemohu bez testování posoudit, zda bude řešení stejně funkční jako stávající metodika aktualizace. Proto jsem se rozhodl tuto možnost otestovat a vyslovit doporučení o využití standardů WMS a WFS v projektu 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje, ale také v technologii Skyline obecně.



Obr. 8: Předpokládané využití WMS resp. WFS v projektu 3D model ortofotomapy MSK – zdroj:

Petr Dvořák

4. Testování WMS a WFS v pilotní aplikaci

Před zahájením testování bylo zapotřebí definovat požadovaný stav a určit kritéria vystihující tvrzení „stejně funkční jako stávající schéma aktualizace“. Cílový stav je popsán v minulé kapitole, kritéria definuji nyní.

Protože celý projekt je zaměřen především na uživatele, bude stát také v této otázce na prvním místě. Již nyní se z reakcí uživatelů setkávám s výtkami směřujícími na datovou náročnost aplikace pro jejich internetovou konektivitu. Toto stanovím prvním hodnotícím kritériem. Odezva klientské prohlížečky by neměla být delší než u stávajícího řešení. Druhým hodnotícím kritériem by měla být obsahová konzistence. K uživateli se musí dostat stejný informační obsah jako nyní. Třetí podmínkou na straně uživatele bude zachování funkčnosti. Nesmí tedy přijít o žádnou z funkcí. Odhaduji, že v ohrožení bude především možnost vyhledávání, zapínání a vypínání vrstev a spouštění externích odkazů. Na ostatní funkce 3D prostředí, jako jsou měření či výškové profily, nebude mít využití webových služeb vliv.

Z pohledu administrátora by mělo zařazení WMS či WFS splnit také tři podmínky. První a hlavní je skutečné naplnění požadovaného stavu ve smyslu jednoduchého zobrazení aktualizací. Druhou, částečně katografickou otázkou, je zachování dostačujících možností ovládání symbologie a nastavení zobrazování ve 3D modelu. Třetí je samotné připojení vrstev prostřednictvím webové služby, jeho funkčnost a náročnost.

Sledované parametry fungování webové služby by se tedy daly shrnout do těchto šesti bodů:

1. připojení služby
2. symbologie a nastavení zobrazení
3. zobrazení aktualizací zdrojových dat
4. rychlost odezvy prohlížečky
5. informační obsah vrstev
6. funkce vyhledávání a odkazů

Testování nebude probíhat na veřejném projektu 3D modelu MSK, ale bude vytvořena pilotní aplikace podobě tří uživatelských projektů. Vygeneruji projekt obsahující pouze vrstvy body zájmu a cyklotrasy, připojené současným postupem. Tento projekt bude fungovat jako referenční. Pro každou z webových služeb pak bude vytvořen zvlášť projekt se stejným datovým obsahem připojeným prostřednictvím webové služby. U každé dvojice projektů pak bude provedeno srovnání výše uvedených parametrů. Testování parametrů administrátora bude provedeno na pracovní stanici Dell Precision 390. Testování doby odezvy v klientské prohlížečce bude

prováděno na stroji HP Pavilion dv6000 při internetové konektivitě s parametry – download 2Mb/s, upload 512kb/s.

Poté, co byl připraven referenční projekt, bylo potřeba vyřešit otázku publikace webových služeb. Nebylo možno využít veřejných zdrojů, a to ze dvou důvodů. Prvním je, že většina dostupných WMS a WFS nepokrývá výhradně území Moravskoslezského kraje. Data s rozsáhlejším pokrytím nelze ve 3D scéně Moravskoslezského kraje kvůli pevně nastaveným hranicím scény zobrazit. Druhým by byla nemožnost srovnání uživatelských parametrů vlivem neexistujícího referenčního projektu s takovými daty. Proto jsem se o publikaci webových služeb musel postarat sám. V případě WMS jsem publikoval vlastními silami, v případě WFS jsem požádal vedoucího mé diplomové práce pana Ing. Jana Růžičku, Ph.D.

4.1. Očekávané výsledky

S čerstvě nabytými znalostmi o fungování webových služeb mohu předpokládat, že pro dosažení stanovených cílů bude vhodnější použití specifikace WFS. U služby WMS se dají očekávat jisté potíže s úpravou symbologie, protože budou data do projektu připojována jako hotový rastr. Dále se domnívám, že z téhož důvodu dojde k omezení funkcí vyhledávání a spouštění odkazů. Publikace formou WMS bude zřejmě vhodná spíše pro překryvy 3D scény souvislými rastrovými obrazy, jimž bychom chtěli přidat třetí rozměr. Zajímavou se mi jeví například možnost použití historických map. Naopak velké naděje vkládám do zapojení WFS, protože by měly svou podstatou přesně splňovat mé požadavky. Úskalí spatřuji v možné delší odezvě při komunikaci se serverem. O tom, jak testy jednotlivých standardů proběhly a jaké přinesly výsledky, hovoří následující kapitoly.

4.2. WMS ve Skyline

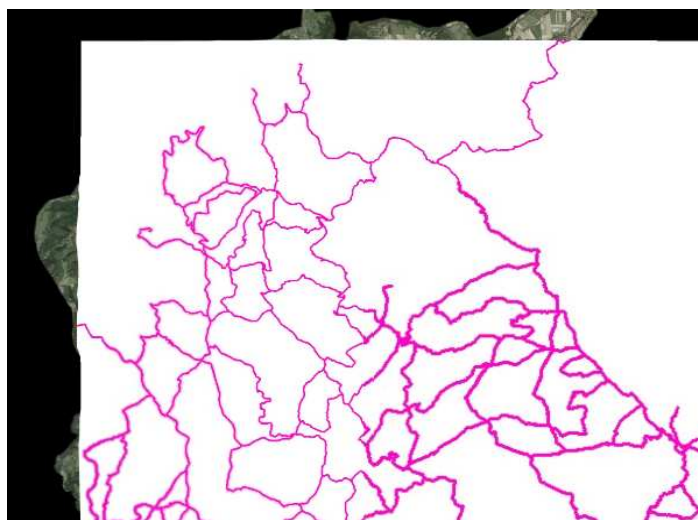
Pro otestování WMS specifikace bylo zapotřebí zajistit publikaci služby. Rozhodl jsem se využít programového vybavení mých kolegů na Krajském úřadě MSK, kde je nainstalován ArcGIS Server 9.2. Musím zde ocenit také jejich vstřícnost, protože mi umožnili strávit několik hodin seznamováním se s tímto prostředím. Nejprve jsem si připravil v ArcViewGIS *.mxd projekt s vrstvou cyklotras. Důležité bylo správné nastavení souřadnicového systému S-JTSK ve vlastnostech zdrojového *.mxd projektu pro následné korektní zobrazení služby ve stejně georeferencovaném 3D modelu MSK. Po několika testovacích pokusech jsem vypublikoval úspěšně webovou službu WMS. Prakticky ve stejnou dobu jsem se dozvěděl, že by mi mohl být zřízen také přístup na školní ArcGIS Server 9.2, čehož jsem využil a vypublikoval, tentokrát

pouze do prostředí školního intranetu WMS službu s body zájmu, tedy bodovou vrstvou turistických atraktivit v Moravskoslezském kraji (muzea, hrady, zámky, golfové hřiště, lyžařská střediska, a další). Při obou publikacích jsem dbal především na správné nastavení vlastností (capabilities) služby a kvalitní přípravu zdroje. Funkčnost obou služeb jsem otestoval nejprve v prostředí ArcViewGIS a následně začal testování v TerraExplorerPro. Mé očekávání bylo poměrně rozporuplné, protože jsem počítal s téměř jistým selháním funkcí vyhledávání a odkazování z objektů, což by mě nutilo použití této služby odmítnout. Další obavu jsem měl z fungování symbologie.

Postupoval jsem takovým způsobem, abych mohl průběžně hodnotit stanovené parametry.

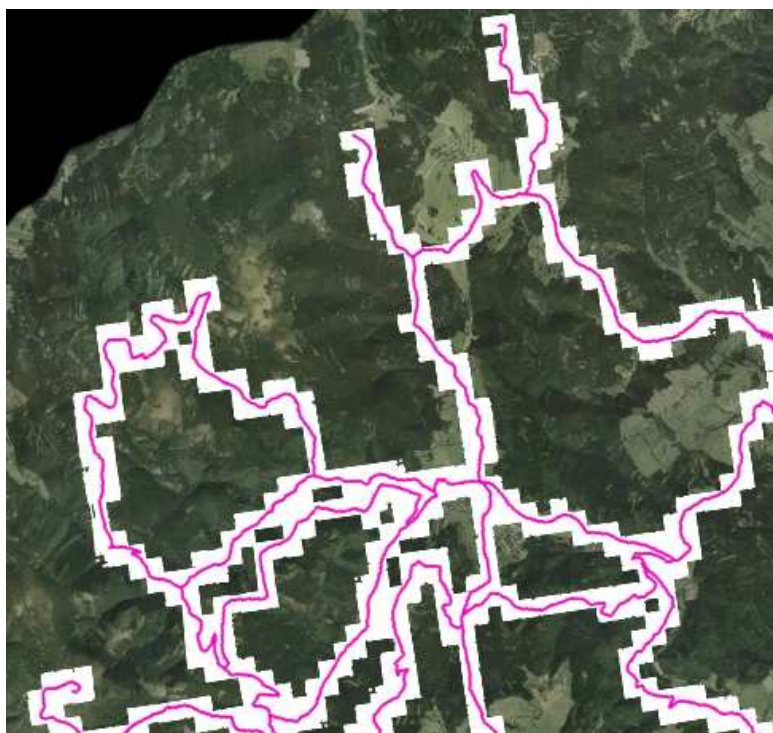
Připojení webové služby proběhlo bez problémů. Z nabídky pro připojení nových vrstev jsem vybral možnost přidání obrazové vrstvy a dále možnost připojení z WMS serveru. Po zadání adresy se mi podařilo navázat spojení se serverem a následně jsem zadal potřebné parametry, se kterými jsem se předtím seznámil při podrobném nastudování návodu v nápovědě.

Obě datové vrstvy se chovaly podobně, nikoliv však stejně. Popíšu tedy nejprve jejich společné vlastnosti a následně vytknu rozdíly. Načtení proběhlo bez problémů, georeference i počet objektů odpovídaly. Velký problém však byl s vizualizací. Při nastavení vstupních parametrů služeb jsem zvolil formát rastru png, tedy podporující možnost průhlednosti, hodnotu tohoto parametru změnil na TRUE. Ověřil jsem tuto možnost také v náhledu zadáním tmavé barvy pozadí, která při změně hodnoty TRUE na FALSE podkreslila vrstvu. Přesto po připojení do projektu byla datová sada připojena i s bílým podkladem, který překryl zcela ortofotomapu na digitálním modelu terénu (viz obrázek č. 9) a stejně se zachovala i vrstva bodů zájmu.



Obr. 9: Nekorektní zobrazení průhlednosti v připojené WMS – zdroj: Petr Dvořák

Několikeré znovupřipojení, například ve formátu gif, neslo stejný výsledek a ani druhé stejně důsledné studium nápovědy nepřineslo žádné vysvětlující zjištění. Rozhodl jsem se docílit nápravy nastavováním parametrů již připojené vrstvy. Jediné řešení bylo zvolit ručně v barevné škále vrstvy nulovou hodnotu a nechat ji odstranit. Výsledek tohoto kroku byl však vcelku rozpačitý. Zatímco u bodové vrstvy se bílé pozadí podařilo odstranit uspokojivě, liniová vrstva cyklotras zůstala i po tomto kroku prakticky nepoužitelná, viz obrázek č. 10). S dalším přibližováním kamery níže nad terén se sice situace stále zlepšovala, ale bílé pixely okolo liniové vrstvy nikdy nezmizely zcela.



Obr. 10: Ruční odstranění bílého pozadí ve WMS– zdroj: Petr Dvořák

Přesto jsem pokračoval v testování dalších parametrů. Problém vizualizace vyplývá již ze samotné podstaty standardu WMS a proto jsem neočekával žádné převratné možnosti. Počítal jsem s tím, že neovlivním použitou symbologii u WMS, na což jsem se připravil již při přípravě dat v ArcView. Vcelku náročná práce však přesto přišla na zmar, neboť možnosti nastavení připojené WMS jsou prakticky nulové. Nejvíce chybí možnost změny měřítek symbolů a pravidla pro zobrazení v závislosti na výšce kamery nad terénem. Tato vlastnost WMS uškodila více bodové než liniové vrstvě. V dalším pokračování testů jsem si potvrdil svoje prvotní obavy o funkce

vyhledávání a připojování odkazů. TerraExplorerPro nabízí možnost připojit odkaz pouze k WMS jako celku, nikoliv k jednotlivým bodům zájmu. Stejně tak vyhledávání je při absenci atributů s názvy bodů nemožné. Přestože v této chvíli je již zřejmé, že použít WMS pro stanovené cíle nebude možné, testování všech parametrů dokončím. Zbuildoval jsem projekt *.fly s WMS pro web, umístil jej na server a testoval jeho prohlížení na straně klienta. Provedl jsem 10 otevření obou projektů a chování bylo velmi podobné. Při otevření WMS projektu je reakce náběhu prohlížečky, než začne stahovat data, u obou projektů stejná. Rozdíly v desetinách sekundy nejsou významné. Stahování obsahu již měřitelný rozdíl v odezvě serverů ukázalo, avšak stále se jedná o desetiny vteřiny. To je dle mého soudu z pohledu uživatele zanedbatelný rozdíl. Přehled měření odezvy poskytuje tabulka č. 9.

Tabulka č. 9 – Odezva projektu při navedení služby WMS

Projekt WMS a doba jeho inicializace v sekundách				
pokus	pilot.fly		pilot_WMS.fly	
	spusteni	stahovani dat	spusteni	stahovani dat
1	2,92	0,74	3,06	1,20
2	2,85	0,77	3,02	3,05
3	2,90	0,76	2,94	1,26
4	2,88	0,85	3,00	0,85
5	2,92	0,75	2,96	0,94
6	3,01	0,77	2,99	0,70
7	2,91	0,70	2,92	1,88
8	2,93	0,70	2,94	0,98
9	2,90	0,75	2,98	0,76
10	2,88	0,78	3,04	1,03
průměr	2,91	0,76	2,99	1,27

Dalšímu zkoumání jsem podrobil samotné chování vrstev při prohlížení 3D scény. Pro možnost srovnání jsem v obou případech postupoval stejně. Po otevření projektu jsem se přiblížil Ostravě, následně našel křižovatku cyklotras č. 5 a č. 6011 v Polance nad Odrou a z výšky cca 3000m kopíroval její průběh přes Ostravu – Porubu až k Hlučínské štěrkovně. Zaměřil jsem se přitom na ostrost vykreslení trasy. Teprve při ostrém vykreslení trasy v obrazu jsem se posunul po dráze dále. Současný způsob připojení vrstev vykazoval vcelku plynulé reakce a čekací doba na vykreslení se pohybovala do 3 vteřin. Reakce WMS byla výrazně, někdy až o desítky vteřin pomalejší a v několika případech „zatušlo“ vykreslování zcela. Poslední testovanou vlastností WMS bylo zobrazení změn po aktualizaci dat a webové služby automaticky v 3D projektu. Pro otestování jsem odstranil z vrstvy cyklotras právě zmiňovaný úsek cyklotrasy č. 5. Změna se

projevila ihned při dalším spuštění 3D modelu, bez nutnosti restartovat službu. Dalším testováním jsem zjistil, že změna ve zdrojových datech se v publikované službě projeví okamžitě, zatímco změna v symbologii vrstev teprve po restartu služby. Závěrem lze tedy říci, že test WMS ve Skyline nedopadl z pohledu potřeb projektu 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje vůbec dobře. Svědčí o tom i krátké shrnutí v tabulce č. 10. Pětibodová odnotící stupnice byla zvolena jako ve škole (1 – výborné, 5 – nedostatečné).

Tabulka č. 10 – Celkové hodnocení služby WMS v pilotní aplikaci

HODNOCENÍ POUŽITÍ WMS		
parametr	poznámka	hodnocení
1	bez výhrad, funkční	1
2	velmi omezené možnosti, nepracuje korektně s průhledností	4
3	bez výhrad, funkční	1
4	otevírání projektu v pořádku, velmi pomalá při prohlížení	4
5	výrazně snížen neovladatelnými možnostmi zobrazení	3
6	vyhledávání nefunguje, odkazy nefunkční	5
průměrná známka		3,6

4.2.1. Veřejné WMS ve Skyline

Přestože chování WMS ve spolupráci se softvérem Skyline neukazuje na nerozlučné kamarádství, rozhodl jsem se pro jedno testování navíc. I když současná pravidla využití projektu 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje nejsou nakloněny obsahovým experimentům, otestoval jsem otestoval dostupné WMS Krajského úřadu. Jedná se o topografické mapy SHOCart v měřítcích 1:500 000, 1:200 000, 1:50 000, mapa katastrálních území a katastrální mapa v měřítku 1:2000. Připojení těchto vrstev proběhlo bez potíží, při samotném prohlížení se však 4 z těchto pěti vrstev ukázaly jako velmi špatně použitelné v prostředí 3D scény. Příčinou byla nastavená měřítková omezení na straně publikátora služby. Jednou z hlavních předností pohybu ve 3D scéně je jeho dynamika ve 3 rozměrech. Vrstvy s měřítkovými omezeními však učinily rychlé změny výšky kamery a pozice v souřadnicích nepoužitelnými. Zcela proti přání uživatele se zobrazovaly a v jiné výšce nad terénem přecházely v bílou obrazovku displeje, což neslo s sebou potřebu přepnout vrstvu na jiné měřítko. Toto chování by vytrvalému uživateli způsobovalo zdravotní obtíže s vysokým krevním tlakem. Pravděpodobněji by jej však od použití 3D modelu zcela odradilo. Jedinou použitelnou vrstvou se tak stala mapa katastrálních území, která nebyla zatížena měřítkovým omezením. Pohyb nad touto vrstvou byl vcelku příjemný, avšak i zde se projevila

slabina popsaná již při testování vrstvy cyklotras, tedy pomalé načítání dat. Pozitivum tohoto testování vidím ve zjištění, že získali- li bychom již zmíněné historické mapy pro území Moravskoslezského kraje, byla by zde možnost je prostřednictvím WMS využít.

4.3. WFS ve Skyline

Pro otestování WFS jsem, jak už bylo předesláno, neměl možnost publikovat službu vlastními silami, proto jsem požádal o výpomoc pana Ing. Růžičku. Ten publikoval má data prostřednictvím open source produktu MapServer do služby WFS. Později v průběhu testování jsem získal přístup na školní ArcGIS Server 9.3, který již umožňuje publikaci WFS a publikoval také sám. Použita byla stejná data jako v případě testování WMS, tedy cyklotrasy a body zájmu. Po testu WFS služby v běžném prohlížeči jsem pokročil k testování v TerraExplorerPro. Připojení služby je opět jednoduché. Pravým tlačítkem myši v kontejneru obsahu zvolím přidat vrstvu, následně volbu vrstva prvků a poté možnost připojit WFS službu. Při pokusu o připojení však softvér ohlásil chybu, což se opakovalo u obou ze služeb. Respektive první krok připojení proběhl ještě v pořádku, služba byla nalezena a zobrazila se nabídka vrstev cyklotras a zájmových bodů. Avšak při pokusu o načtení dat ze služby publikované mým vedoucím přes MapServer skončila akce upozorněním, že nebyl nalezen typ vrstvy. Při načítání z ArcGIS Serveru 9.3 moji snahu softvér ani nijak nekomentoval a 3D scéna zůstala dat prostá. Při hledání řešení jsem postupoval následujícími kroky. Nejprve jsem znovu prostudoval všechny možnosti připojení služby v prostředí Skyline. Následně se zaměřil na publikovanou službu, zkontroloval všechny capabilities i zdrojová data na ArcGIS Serveru. Stejnou kontrolu provedl i vedoucí mé diplomové práce, ale neshledali jsme na funkčnosti publikovaných služeb žádný zádrhel. Obrátil jsem se tedy znovu na dodavatele, který však neměl s webovými službami ve Skyline žádné zkušenosti a ani jemu se nepodařilo připojení jakékoliv WFS služby. Následně jsem prostřednictvím dodavatele kontaktoval evropské zastoupení společnosti Skyline Software Systems ve španělském Gijonu, ovšem ani z této strany rada nepřišla. Respektive přišla, ale informace o tom, že Skyline využívá WFS ve verzi 1.0.0, rozhodně nebyla tím, co bych očekával. Zbývalo tedy odsoudit také WFS jako nefunkční, nebo dále hledat příčinu. Třeba nahlédnutím do běhu dotazů. TerraExplorerPro však není vybavený žádnou konzolí pro tuto činnost ani nepožizuje logovací soubory. Toto mohu tvrdit s naprostou jistotou, protože jsem již nedal na ujištění dodavatele a prošel dopodrobna veškeré složky a soubory v instalaci TerraExplorerPro. Dlouho jsem si s tímto problémem nevěděl rady. Měl jsem představu, že bych chtěl zjistit, zda se dotazuje softvér mapového serveru

korektním způsobem, protože ve mně hlodalo přesvědčení, že to by mohla být příčina obtíží. Probíral jsem tuto variantu s vedoucím mé diplomové práce a byl to opět on, kdo mi vyšel vstříc svými znalostmi i ochotou a pomohl mi rozklíčovat původ problému. Dotazy zachytil v logu na straně serveru. Vypadají takto:

```
GET /cgi-bin/mapserv?map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&VERSION=1.0.0&SERVICE=wfs&VERSION=1.0.0&Service=WFS&Username=&Password=&request=GetCapabilities
```

```
GET /cgi-bin/mapserv?map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&VERSION=1.0.0&Service=WFS&Username=&Password=&request=DescribeFeatureType&TYPENAME=zajmbody
```

```
GET /cgi-bin/mapserv?map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&VERSION=1.0.0&Service=WFS&Username=&Password=&request=GetFeature&TYPENAME=zajmbody&maxFeatures=6
```

Viníkem se tedy, dle předpokladů, ukázal softvér TerraExplorerPro. Iniciativně přidal do každého dotazu vždy po jednom otazníku navíc (viz zvýrazněné červené znaky v dotazech), což způsobilo nedorozumění v komunikaci s MapServerem. A obdobný byl zřejmě problém i v komunikaci s ArcGIS Serverem i při nekontrolovaných pokusech dodavatele. Řešením tohoto problému by bylo dle mého soudu zhotovit nějaký softvérový proxy server, který by chybu Skyline dokázal odchytil a napravit, avšak musím přiznat, že tak hluboko mé znalosti programování nesahají. K mému štěstí však toto řešení nebylo velkým soustem pro pana Ing. Jana Růžičku, Ph.D.. Napsal v programovacím jazyce PHP softvérový proxy jehož zdrojový kód je se svolením vedoucího diplomové práce uveden v příloze č. 5. Může se tak stát zdrojem inspirace pro kolegy, kteří ztroskotají na připojení WFS stejně jako já. Alespoň do chvíle, než se podaří vývojářům Skyline Software System problém odstranit. Použitím tohoto proxy se totiž podařilo nespolečnosti softvéru alespoň pro jednu dotyčnou službu vyřešit a tím definitivně potvrdit příčinu obtíží. Jeho princip je jednoduchý. Už jsem se ve Skyline nedotazoval na mapový server, ale právě na tuto proxy, která se mapového serveru zeptala v zastoupení a korektně.

Tím nesplnila WFS v prostředí Skyline hned první předpoklad, tedy bezproblémové připojení a tím byla také vyřazena ze hry o použití v praxi 3D modelu ortofotomapy Moravskoslezského kraje. Bylo by však škoda nechat uplynout úsilí vynaložené na všech stranách řešení problému a

nevyzkoušet, chování této provizorní ale funkční WFS. Proto jsem dokončil testování s následujícími výsledky.

Datové sady publikované WFS se z pohledu požadavků administrátora jeví jako vektorové vrstvy přidané například z lokálního úložiště a to ve všech směrech. Umožňují kompletní manipulaci se symbolologií. Nastavení barev, ikon, parametrů zobrazování funguje stejně jako u stávajících postupů. Další z podmínek, přiřazení odkazů k jednotlivým prvkům je také funkční, bez obtíží. Parametry administrátora tedy WFS s výjimkou toho zásadního splnila bez obtíží. Vygeneroval jsem uživatelský projekt a přistoupil jsem k jeho srovnání s referenčním v prohlížeči. Opět jsem se zaměřil na rychlost náběhu, stažení dat a následně na stejném úseku jako při WMS otestoval chování vrstvy. Při náběhu se choval projekt s WFS službou srovnatelně s ostatními dvěmi. Při načítání dat si počínal o poznání pomaleji. Oproti WMS projektu více než dvakrát pomaleji a proti projektu referenčnímu dokonce více než čtyřikrát. Stále však jde o dobu načtení kratší než 3,5 sekundy. Jako uživatel mohu tento čas akceptovat. Výsledky měření jsou znázorněny v tabulce č. 11.

Tabulka č. 11 – Odezva projektu při navedení služby WFS

Projekt WFS a doba jeho inicializace v sekundách				
pokus	pilot.fly		pilot_WFS.fly	
	spusteni	stahovani dat	spusteni	stahovani dat
1	2,92	0,74	2,81	3,49
2	2,85	0,77	3,04	3,8
3	2,90	0,76	2,85	2,85
4	2,88	0,85	2,80	5,89
5	2,92	0,75	2,80	2,87
6	3,01	0,77	2,89	3,06
7	2,91	0,70	2,93	3,09
8	2,93	0,70	2,87	2,91
9	2,90	0,75	2,90	2,78
10	2,88	0,78	2,85	2,86
průměr	2,91	0,76	2,87	3,36

Dále bylo testováno chování vrstvy cyklotras na referenčním úseku trasy č. 5 mezi Polankou nad Odrou a Hlučínskou šterkovnou, při výšce kamery 3000 metrů, aby bylo možné srovnání i oproti WMS službě. V tomto testu obstála WFS služba velmi dobře. Zatímco v referenčním projektu se doba doostřování linií opět pohybovala v čase do 3 vteřin, u WFS projektu to bylo sice v průměru mírně déle, ale ani v jednom případě nepřesáhla doba ostření hran linií 5 sekund. Tento výsledek považuji při zmínění toho, že několikrát proběhlo doostření okamžitě, za velmi dobrý. Bez úbytku

na kvalitě hodnotím také informační obsah publikovaných dat, nedošlo ke změně oproti referenčnímu projektu. Odkazování do externích webových stránek fungovalo také bez problémů. Jediným neduhem na straně uživatele tak bylo nefunkční vyhledávání ve vrstvě zájmových bodů. Tato funkce je však záležitostí dodavatelem doprogramované aplikace a není standartně součástí prohlížečky. Protože kompletní atributová tabulka vrstvy zájmových bodů je při připojení vrstvy přes WFS k dispozici, myslím si, že by neměl být problém tuto aplikaci pro potřeby WFS upravit. Celkové hodnocení WFS ve Skyline je jasně dáno chybným připojováním, což tento standard staví mimo hru, avšak po odstranění tohoto nedostatku bude jeho hodnocení velmi dobré. Stručné shrnutí testování poskytuje tabulka č. 12.

Tabulka č. 12 – Celkové hodnocení služby WFS v pilotní aplikaci

HODNOCENÍ POUŽITÍ WFS		
parametr	poznámka	hodnocení
1	nelze připojit	5
2	bez výhrad, stejné jako u stávajících postupů	1
3	bez výhrad, funkční	1
4	pomalejší než současný stav, odezva max. 5 sekund	2
5	bez výhrad, stejné jako u stávajících postupů	1
6	vyhledávání nefunguje, odkazy funkční	3
průměrná známka		2,6

5. Doporučení pro využití webových služeb v pilotní aplikaci

Bohužel musím zhodnotit obě služby jako nevyhovující vstupním požadavkům na uplatnění v pilotní aplikaci ani v projektu 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje. První testovaná služba WMS nesplnila požadavky uživatele a jen v omezené míře vyhověla požadavkům administrátora. Služba WFS se pak v současném stavu potýká se zásadním nedostatkem samotného připojení, což znemožňuje její uplatnění. Po odstranění této chyby se stane nástrojem velmi vhodným. Přesto se pokusím zformulovat doporučení pro využití těchto specifikací OGC podrobněji.

5.1. Doporučení pro použití WMS

Testování WMS potvrdilo také v technologii Skyline svá omezení. Není vhodná pro publikaci prostorových dat při očekávání jejich původních vektorových vlastností, může však nalézt

uplatnění pro rozsáhlejší plošné překryvy celých 3D scén například jinými mapovými díly. I v tomto případě však může narazit na velkou překážku v podobě použití měřítkových omezení na straně serveru. Takovéto omezení značným způsobem sníží obvyklé přednosti pohybu ve 3D scéně. Další nežádoucí znak použití WMS je poměrně dlouhá doba odezvy při streamování dat. Tato nesnáze by se zřejmě dala řešit některou z forem kešování. Touto problematikou se zabýval ve své práci „GeoWeb Content Caching – Technology for Optimization and Acceleration Services“ Ing. František Klímek. Shrnutí jeho zjištění je předmětem stejnojmenného článku z konference GIS Ostrava 2009 proběhnuvší ve dnech 25. až 28. ledna 2009 na půdě VŠB. Ing. Klímek ve své práci zmiňuje dvě hlavní možnosti kešování obsahu geowebu, do něž je možno publikovanou WMS službu zařadit. První je za použití standardních webových kešů, druhý je vlastně hledáním optimální cesty v podobě tvorby keše geowebového. Přikláním se na základě osvětlených skutečností k autorovu názoru, že cesta využití standardních webových kešů bude zřejmě neschůdná. Asi nejen kvůli nutnosti úprav již fungujících rámců komunikace dle standardů OGC. Volil bych optimalizaci geowebkeše, pro něž nabízí autor několik řešení. Kešování na straně klienta mi nepřipadá vhodné z důvodů skutečně malé pravděpodobnosti opakujících se dotazů. A ty jsou podstatou kešování. Každý posun po mapovém výřezu je původcem unikátního dotazu. Pravděpodobnost častého opakování stejných dotazů na straně klienta je proto malá a tuto variantu nedoporučuji. A to přestože naplněná CACHE na straně klienta by byla jistě nejrychlejší. Dále se nabízejí varianty klasických proxy serverů anebo jejich speciální varianta reverzních proxy, tzv. surrogate řešení. Obě cesty spočívají ve vložení prvku do komunikace mezi server a klienta. Volil bych některou z nich, avšak usuzovat, která z variant je ta jediná pravá, si nedovolím na základě jednoho článku. Oblast kešování obecně je pro mě zcela novou, proto jsem se ní rád prostřednictvím práce pana Ing. Klímka seznámil. Dle mých dosavadních zkušeností s technologiemi Skyline Software Systems však odhaduji, že se společnost vydá cestou vývoje vlastního softvérového řešení, které bude optimalizováno pro použití ve 3D scénách. Určitým signálem je již uvedení StreamingFeatureServeru, který se údajně nějakou formou kešování honosí.

5.2. Doporučení pro WFS

Pro použití této technologie je velice složité stanovit nějaká doporučení. Technologie nefunguje vůbec a zároveň prakticky optimálně. Tato paradoxní situace mě vedla k nezbytnému kontaktu s dodavatelem softvéru společností GeometraOpava. Předal jsem jim zjištěné poznatky a žádal o sjednání nápravy. Jako pravidelný uživatel TerraExplorerPro budu působit přiměřený nátlak na

jejich řešení na úrovni regionálního, případně evropského zastoupení. Věřím, že vývojáři společnosti Skyline s povděkem moje informace přijmou a tento zádrhel bude odstraněn. Až se tak stane, bude jistě standard WFS v projektu 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje využit. Jeho vlastnosti jsou přínosem pro práci administrátora a zvyšují také užitek na straně klienta. Mohou být bez obav nasazeny všude, kde se očekává plná kvalita vektorových vrstev. Standard je velmi dobře použitelný v případech, kde je potřeba udržovat aktuální vektorové vrstvy. Dalším pozitivem je možnost využití externích zdrojů dat. Zde je však potřeba uvést jedno ale. Tedy, že zatím mnoho veřejných WFS služeb není. Myslím si však, že potenciál tohoto standardu je velký nejen v technologiích Skyline a že se tato situace v dohledné době změní.

ZÁVĚR

Diplomovou práci hodnotím z pozice autora jako velký přínos především pro mě samotného a snad také drobný příspěvek pro uživatele technologií Skyline. Práce měla splnit dva úkoly a oba se naplnit podařilo. Slouží jako zdroj teoretických informací pro stále populárnější sdílení prostorových dat prostřednictvím webových standardů OGC WMS a WFS. A přináší také, byť nelichotivý, obraz jejich využití ve stávající verzi softvéru TerraExplorerPro. Provedené testování odhalilo slabiny obou služeb v prostředí Skyline. Přestože konečné doporučení pro používání zní záporně, pozitivní náladu přináší jedna otázka. Je chyba skutečně na straně platformy Skyline? Odpovědi jsou pro dvě webové služby různé. Pro WMS se domnívám, že nikoliv. Potenciál tohoto standardu je především v poskytování hotových mapových kopmozic ve dvourozměrném zobrazení standartních mapových aplikací charakteristickými 3D aplikací přirozeně klesá. Zřejmě vždy zůstane na této platformě jen okrajově využívána. Pro WFS je odpověď jednoznačné ano. A to je také dobře. Věřím, že také na základě výsledků této práce bude tato chyba napravena, což umožní široké využití tohoto standardu nejen v projektu 3D model ortofotomapy Moravskoslezského kraje. Byla by škoda opomenout jej.

SEZNAM LITERATURY

- 1 RŮŽIČKA, J. A KOLEKTIV: *Publikování prostorových dat na internetu*
[výukové CD]
- 2 OGC: *Web Map Service Implementation Specification*
[online]
Dostupné na WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards>>
- 3 OGC: *Geography Markup Language (GML) 2.0*
[online]
Dostupné na WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards>>
- 4 OGC: *Web Feature Service Implementation Specification*
[online]
Dostupné na WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards>>
- 5 OGC: *OGC Web Services Common Specification*
[online]
Dostupné na WWW: <<http://www.opengeospatial.org/standards>>
- 6 KLÍMEK, F.: *GeoWeb Content Caching – Technology for Optimization and Acceleration Services*
[online]
Dostupné na WWW: <http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2009/sbornik/index.htm>

SEZNAM TABULEK

- Tabulka č. 1 – Parametry požadavku GetCapabilities pro WMS
- Tabulka č. 2 – Parametry požadavku GetMap
- Tabulka č. 3 – Parametry požadavku GetFeatureInfo
- Tabulka č. 4 – Parametry požadavku GetCapabilities pro WFS
- Tabulka č. 5 – Parametry požadavku GetFeature
- Tabulka č. 6 – Parametry požadavku DescribeFeatureType
- Tabulka č. 7 – Parametry požadavku LockFeature
- Tabulka č. 8 – Parametry požadavku Transaction
- Tabulka č. 9 – Odezva projektu při navedení služby WMS
- Tabulka č. 10 – Celkové hodnocení služby WMS v pilotní aplikaci
- Tabulka č. 11 – Odezva projektu při navedení služby WFS

Tabulka č. 12 – Celkové hodnocení služby WFS v pilotní aplikaci

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Odpověď WMS na dotaz GetCapabilities

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?><WMT_MS_Capabilities
version="1.1.0"><Service><Name>OGC:WMS</Name><Title>Web Map Service
metropolitky</Title><Abstract>ArcIMS 9.2.0 metropolitky Web Map
Service</Abstract><KeywordList><Keyword>ArcIMS</Keyword></KeywordList><OnlineRe
source xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="http://gis.kr-
vysocina.cz:80/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap/metropolitky?"
xlink:type="simple"/><ContactInformation><ContactPersonPrimary><ContactPerson/>
<ContactOrganization/></ContactPersonPrimary><ContactPosition/><ContactAddress>
<AddressType>postal</AddressType><Address/><City/><StateOrProvince/><PostCode/>
<Country/></ContactAddress><ContactVoiceTelephone/><ContactFacsimileTelephone/>
<ContactElectronicMailAddress/></ContactInformation><Fees><none/><Fees><AccessCon
straints><none/><AccessConstraints></Service><Capability><Request><GetCapabilities>
<Format>application/vnd.ogc.wms_xml</Format><DCPType><HTTP><Get><OnlineResour
ce xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="http://gis.kr-
vysocina.cz:80/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap/metropolitky?"
xlink:type="simple"/></Get></HTTP></DCPType></GetCapabilities><GetMap><Format>i
mage/png</Format><Format>image/jpeg</Format><Format>image/gif</Format><DCPType>
<HTTP><Get><OnlineResource xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xlink:href="http://gis.kr-
vysocina.cz:80/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap/metropolitky?"
xlink:type="simple"/></Get></HTTP></DCPType></GetMap><GetFeatureInfo><Format>ap
plication/vnd.ogc.wms_xml</Format><Format>text/xml</Format><Format>text/html</F
ormat><Format>text/plain</Format><DCPType><HTTP><Get><OnlineResource
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="http://gis.kr-
vysocina.cz:80/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap/metropolitky?"
xlink:type="simple"/></Get></HTTP></DCPType></GetFeatureInfo></Request><Excepti
on><Format>application/vnd.ogc.se_xml</Format><Format>application/vnd.ogc.se_in
image</Format><Format>application/vnd.ogc.se_blank</Format></Exception><UserDef
inedSymbolization SupportSLD="1" UserLayer="0" UserStyle="1"
RemoteWFS="0"/><Layer noSubsets="0" opaque="0"
queryable="0"><Title>metropolitky</Title><SRS>EPSG:4326 EPSG:102067 EPSG:4267
EPSG:4269 EPSG:31287</SRS><LatLonBoundingBox minx="14.7396745584"
miny="48.8447950205" maxx="16.6715712929" maxy="49.9553301904"/><BoundingBox
SRS="EPSG:102067" minx="-729999.676690001" miny="-1190000.01941318" maxx="-
599999.676690001" maxy="-1070000.01941318"/><Layer
queryable="0"><Name>zm50</Name><Title>ZM 1:50
000</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><LatLonBoundingBox minx="14.6500532937"
miny="48.7935515029" maxx="16.6272749361" maxy="50.0052303556"/></Layer><Layer
queryable="0"><Name>rzml0</Name><Title>RZM 1:10
000</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><LatLonBoundingBox minx="14.7989155034"
miny="48.8765392621" maxx="16.534009142" maxy="49.9456732272"/></Layer><Layer
queryable="0"><Name>orto_bw</Name><Title>Ortofoto BW
0,7m/px</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><LatLonBoundingBox minx="14.7547899959"
miny="48.8517109906" maxx="16.5637784792" maxy="49.9547634688"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>technol</Name><Title>Technologie</Title><SRS>EPSG:4326</SRS>
<LatLonBoundingBox minx="14.8031186391" miny="48.8836595453"
maxx="16.5070819331" maxy="49.9263934904"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>plan</Name><Title>Planovaný
stav</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><LatLonBoundingBox minx="14.8031186391"
miny="48.8836595453" maxx="16.5070819331" maxy="49.9263934904"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>hotspot</Name><Title>HOTSPOT</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><La
tLonBoundingBox minx="14.8031186391" miny="48.8836595453" maxx="16.5070819331"
```

```

maxy="49.9263934904"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>cdoptika</Name><Title>CDOptika</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><
LatLonBoundingBox minx="14.5810350296" miny="48.7585044101" maxx="16.628520058"
maxy="50.0492138625"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>taliasonera</Name><Title>TeliaSonera</Title><SRS>EPSG:4326<
/SRS><LatLonBoundingBox minx="15.0438321092" miny="49.1584075139"
maxx="16.1004676092" maxy="49.7027502965"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>selfnet</Name><Title>Selfnet</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><La
tLonBoundingBox minx="15.5799902996" miny="49.4174633795" maxx="16.2624693034"
maxy="49.6140923363"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>jme_optika</Name><Title>JME_optika</Title><SRS>EPSG:4326</S
RS><LatLonBoundingBox minx="15.4332912538" miny="49.0200444999"
maxx="16.3258716344" maxy="49.4981480121"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>optokon</Name><Title>Optokon</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><La
tLonBoundingBox minx="15.5162460025" miny="48.9597472476" maxx="15.8959692506"
maxy="49.6260175515"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>optika</Name><Title>Optika
ostatní</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><LatLonBoundingBox minx="15.5863263348"
miny="49.4400828104" maxx="15.6755566297" maxy="49.5358112778"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>obce2005</Name><Title>Obce</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><LatL
onBoundingBox minx="14.8031186391" miny="48.8836595453" maxx="16.5070819331"
maxy="49.9263934904"/><ScaleHint min="0" max="NaN"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>pov_hr</Name><Title>OPV</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><LatLonB
oundingBox minx="11.9391596825" miny="48.2338253671" maxx="18.9576171015"
maxy="51.3548947086"/><ScaleHint min="NaN" max="9999999"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>orp_hr</Name><Title>ORP</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><LatLonB
oundingBox minx="11.9391596825" miny="48.2338253671" maxx="18.9576171015"
maxy="51.3548947086"/><ScaleHint min="NaN" max="9999999"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>kraje_hr</Name><Title>Kraje</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><Lat
LonBoundingBox minx="11.9391596825" miny="48.2338253671" maxx="18.9576171015"
maxy="51.3548947086"/></Layer><Layer
queryable="1"><Name>cesko_hr</Name><Title>ČR</Title><SRS>EPSG:4326</SRS><LatLon
BoundingBox minx="11.9391596825" miny="48.2338253671" maxx="18.9576171015"
maxy="51.3548947086"/></Layer></Layer></Capability></WMT_MS_Capabilities>

```

Příloha č. 2: Odpověď WFS služby na dotaz GetCapabilities

```

<?xml version='1.0' encoding="ISO-8859-1" ?>
<WFS_Capabilities
  version="1.0.0"
  updateSequence="0"
  xmlns="http://www.opengis.net/wfs"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs
http://schemas.opengis.net/wfs/1.0.0/WFS-capabilities.xsd">

  <!-- MapServer version 4.10.3 OUTPUT=GIF OUTPUT=PNG OUTPUT=JPEG OUTPUT=WBMP
  OUTPUT=SVG SUPPORTS=PROJ SUPPORTS=FREETYPE SUPPORTS=WMS_SERVER
  SUPPORTS=WMS_CLIENT SUPPORTS=WFS_SERVER SUPPORTS=WFS_CLIENT SUPPORTS=WCS_SERVER
  SUPPORTS=THREADS SUPPORTS=GEOS INPUT=EPPL7 INPUT=POSTGIS INPUT=OGR INPUT=GDAL
  INPUT=SHAPEFILE DEBUG=MSDEBUG -->

  <Service>
    <Name>MapServer WFS</Name>
    <Title>Zajmove body a cyklotrasy MSK</Title>
    <OnlineResource>http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?
map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&amp;</OnlineResource>

```

```

</Service>

<Capability>
  <Request>
    <GetCapabilities>
      <DCPType>
        <HTTP>
          <Get onlineResource="http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?
map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&amp;" />
        </HTTP>
      </DCPType>
      <DCPType>
        <HTTP>
          <Post onlineResource="http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?
map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&amp;" />
        </HTTP>
      </DCPType>
    </GetCapabilities>
    <DescribeFeatureType>
      <SchemaDescriptionLanguage>
        <XMLSCHEMA/>
      </SchemaDescriptionLanguage>
      <DCPType>
        <HTTP>
          <Get onlineResource="http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?
map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&amp;" />
        </HTTP>
      </DCPType>
      <DCPType>
        <HTTP>
          <Post onlineResource="http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?
map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&amp;" />
        </HTTP>
      </DCPType>
    </DescribeFeatureType>
    <GetFeature>
      <ResultFormat>
        <GML2/>
      </ResultFormat>
      <DCPType>
        <HTTP>
          <Get onlineResource="http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?
map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&amp;" />
        </HTTP>
      </DCPType>
      <DCPType>
        <HTTP>
          <Post onlineResource="http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?
map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&amp;" />
        </HTTP>
      </DCPType>
    </GetFeature>
  </Request>
</Capability>

<FeatureTypeList>
  <Operations>
    <Query/>
  </Operations>

```

```

<FeatureType>
  <Name>cyklotrasy</Name>
  <Title>Cyklotrasy MSK</Title>
  <SRS>EPSG:102067</SRS>
  <LatLongBoundingBox minx="33.9678" miny="68.8765" maxx="37.2547"
maxy="69.8994" />
</FeatureType>
<FeatureType>
  <Name>zajmbody</Name>
  <Title>Zajmove body MSK</Title>
  <SRS>EPSG:102067</SRS>
  <LatLongBoundingBox minx="33.9881" miny="68.8607" maxx="37.3243"
maxy="69.905" />
</FeatureType>
</FeatureTypeList>

<ogc:Filter_Capabilities>
  <ogc:Spatial_Capabilities>
    <ogc:Spatial_Operators>
      <ogc:Intersect/>
      <ogc:DWithin/>
      <ogc:BBBOX/>
    </ogc:Spatial_Operators>
  </ogc:Spatial_Capabilities>
  <ogc:Scalar_Capabilities>
    <ogc:Logical_Operators />
    <ogc:Comparison_Operators>
      <ogc:Simple_Comparisons />
      <ogc:Like />
      <ogc:Between />
    </ogc:Comparison_Operators>
  </ogc:Scalar_Capabilities>
</ogc:Filter_Capabilities>

</WFS_Capabilities>

```

Příloha č. 3: Odpověď WFS služby na dotaz GetFeature v jazyce GML

```

<?xml version='1.0' encoding="ISO-8859-1" ?>
<wfs:FeatureCollection
  xmlns:ms="http://mapserver.gis.umn.edu/mapserver"
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs
http://schemas.opengis.net/wfs/1.0.0/WFS-basic.xsd
http://mapserver.gis.umn.edu/mapserver
http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?
map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&SERVICE=WFS&VERSION=1.0.0&
REQUEST=DescribeFeatureType&TYPENAME=cyklotrasy&OUTPUTFORMAT=XMLSCHEMA"
>
  <gml:boundedBy>
    <gml:Box srsName="EPSG:102067">
      <gml:coordinates>-549618.589474,-1150713.277757
-431282.393779,-1049449.016542</gml:coordinates>
    </gml:Box>
  </gml:boundedBy>

```

Petr Dvořák: Využití WMS a WFS v technologiích Skyline

```
<!-- WARNING: FeatureId item 'id' not found in typename 'cyklotrasy'. -->
  <gml:featureMember>
    <ms:cyklotrasy>
      <gml:boundedBy>
        <gml:Box srsName="EPSG:102067">
          <gml:coordinates>-507730.666235,-1074673.396982
-506946.243322,-1072898.453748</gml:coordinates>
        </gml:Box>
      </gml:boundedBy>
      <ms:msGeometry>
        <gml:LineString srsName="EPSG:102067">
          <gml:coordinates>-506946.243322,-1074673.396982 -506986.292986,-
1074532.169974 -507032.350458,-1074390.942966 -507055.378170,-1074296.792310
-507059.321594,-1074235.540725 -507060.323066,-1074170.435829 -507062.326010,-
1074121.356533 -507064.327930,-1074028.207349 -507064.327930,-1074002.166005
-507063.327482,-1073982.133493 -507052.313338,-1073945.073909 -507039.297274,-
1073900.000501 -507034.290938,-1073871.956213 -507033.290490,-1073850.922229
-507033.290490,-1073828.886773 -507046.305530,-1073726.722293 -507065.329402,-
1073578.483957 -507082.285818,-1073456.140533 -507089.295098,-1073401.052405
-507088.293626,-1073371.004149 -507084.288762,-1073356.981493 -507066.267386,-
1073330.940149 -507037.230842,-1073305.899253 -507033.225978,-1073296.884981
.
.
.
          zde je dlouhý výpis souřadnic lomových bodů všech linií
.
.
.
459152.136909,-1125487.143205 -459172.095693,-1125499.577637 -459188.806349,-
1125511.341349 -459199.120077,-1125520.422181 -459213.353677,-1125530.328357
-459234.190029,-1125549.107493 </gml:coordinates>
        </gml:LineString>
      </ms:msGeometry>
      <ms:ZRIZOVATEL>KČT</ms:ZRIZOVATEL>
      <ms:LEVEL_>1</ms:LEVEL_>
      <ms:TEXT1>46</ms:TEXT1>
      <ms:TEXT2>6005</ms:TEXT2>
      <ms:TEXT3>6174</ms:TEXT3>
      <ms:LABEL>46 6005 6174</ms:LABEL>
      <ms:Shape_Leng>5.51233131082e+002</ms:Shape_Leng>
    </ms:cyklotrasy>
  </gml:featureMember>
</wfs:FeatureCollection>
```

Příloha č. 4: Odpověď WFS služby na dotaz DescribeFeatureType

```
<?xml version='1.0' encoding="ISO-8859-1" ?>
<schema
  targetNamespace="http://mapserver.gis.umn.edu/mapserver"
  xmlns:ms="http://mapserver.gis.umn.edu/mapserver"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  elementFormDefault="qualified" version="0.1" >

  <import namespace="http://www.opengis.net/gml"
    schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/2.1.2/feature.xsd" />
```

```

<element name="cyklotrasy"
  type="ms:cyklotrasyType"
  substitutionGroup="gml:_Feature" />

<complexType name="cyklotrasyType">
  <complexContent>
    <extension base="gml:AbstractFeatureType">
      <sequence>
        <element name="msGeometry" type="gml:GeometryPropertyType"
minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
        <element name="ZRIZOVATEL" type="string"/>
        <element name="LEVEL_" type="string"/>
        <element name="TEXT1" type="string"/>
        <element name="TEXT2" type="string"/>
        <element name="TEXT3" type="string"/>
        <element name="LABEL" type="string"/>
        <element name="Shape_Leng" type="string"/>
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>

<element name="zajmbody"
  type="ms:zajmbodyType"
  substitutionGroup="gml:_Feature" />

<complexType name="zajmbodyType">
  <complexContent>
    <extension base="gml:AbstractFeatureType">
      <sequence>
        <element name="msGeometry" type="gml:GeometryPropertyType"
minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
        <element name="ID" type="string"/>
        <element name="DRUH" type="string"/>
        <element name="ID_DRUH" type="string"/>
        <element name="LINK" type="string"/>
        <element name="TOOLTIP" type="string"/>
        <element name="NAZEV" type="string"/>
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>

</schema>

```

Příloha č. 5: Zdrojový kód softvérového proxy v jazyce PHP – autor: Ing. Jan Růžička, Ph.D.

```

<?php
$request = "";
$typeName = "";
if ($_REQUEST["TYPENAME"] != "") {
    $typeName = $_REQUEST["TYPENAME"];
} else {
    $typeName = $_REQUEST["typename"];
}
if ($_REQUEST["REQUEST"] != "") {
    $request = $_REQUEST["REQUEST"];
} else {

```

```
$request = $_REQUEST["request"];
}

if ($request == "GetFeature") {
    $filename = "http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?
map=/var/mapservdata/mapfiles/turist.map&VERSION=1.0.0&Service=WFS&Username=&Pa
ssword=&REQUEST=GetFeature&TYPENAME=".$typename;
    $handle = fopen($filename, "r");
    header("Content-Type: text/xml");
    fpassthru($handle);
    exit;
}
if ($request == "DescribeFeatureType") {
$filename = "http://kokos.vsb.cz/cgi-bin/mapserv?map=/var/mapservdata/mapfiles/
turist.map&VERSION=1.0.0&Service=WFS&Username=&Password=&REQUEST=DescribeFeatur
eType&OUTPUTFORMAT=XMLSCHEMA&TYPENAME=".$typename;
$handle = fopen($filename, "r");
header("Content-Type: text/xml");
fpassthru($handle);
exit;
}
if ($request == "GetCapabilities") {
$filename = "gcp.xml";
$handle = fopen($filename, "r");
header("Content-Type: text/xml");
fpassthru($handle);
exit;
}
?>
```